

RASEN **TURF | GAZON**

Internationale Zeitschrift für Forschung und Praxis

Inhaltsverzeichnis

1973 - 1974 - 1975

4. Jahrgang 1973 - Heft 1

Nährstoffwirkung und Nährstoffverwertung bei wasserdurchlässig zusammengesetzter Rasentrag- schicht	1
W. Skirde, Gießen	
Rückwirkungen von verschiedenen Schnittsystemen auf die Pflanzenbestände von Rasen bei variiertes Stick- stoffdüngung	5
P. Boeker und W. Opitz von Boberfeld, Bonn	
A Contribution to the Maintenance of Turf Sport Fields in Yugoslavia	9
P. Bosković, Novi Sad	
Die eiserne Mannschaft - Stollenwalze als Pflege- gerät für Rasensportplätze	12
W. Versteeg, Arnhem	
Rasenparkplätze - ein Vergleich	14
W. Kolb, Veitshöchheim	
Rasenregenerierung ohne Umbruch	17
O. Sauer, Saarbrücken u. E. Ebeling, Mainz	
Aus der internationalen Literatur	18
Mitteilungen	19

4. Jahrgang 1973 - Heft 2

Bodenmodifikation für Rasensportflächen	21
W. Skirde, Gießen	
Der Einfluß verschiedener Düngemittel auf die An- häufung der Wurzelmasse eines Intensivrasentyps . . .	25
W. Opitz von Boberfeld und B. Boeker, Bonn	
Das heutige Versuchsprogramm in Papendal	28
J.P. van der Horst u. H.A. Kamp, Arnhem-Papendal	
Trockenrasen an Straßenrändern: Untersuchungen zur Ermittlung pflegeextensiver An- saatmischungen	31
H. Hiller, Berlin	
Vorschlag zum Bau einer Rasentennis-Anlage in Wentorf bei Hamburg	37
W. Skirde, Gießen	

Landschaftsentwicklung und öffentliches Grün 39
Hansjörg Hunkler, BN-Bad Godesberg

Mitteilungen 41

4. Jahrgang 1973 - Heft 3

VI. Internationales Rasenkolloquium,
6. - 8. Sept. 1973 in Gießen 43

KURZBERICHTE ÜBER DIE 2. INTERNATIONALE TURFGRASS
RESEARCH CONFERENCE, Juni 1973, USA

1. Rasengräser, - Züchtung, Bewertung, Eigenschaften 44
D. Glas, Rilland/Niederlande

2. Ernährung und Dünger 46
R. Pietsch, Betzdorf

3. Umwelteinflüsse und Bodenmodifikation 48
J.P. van der Horst, Den Haag/Niederlande

4. Kultur des Rasens 50
M. Petersen, Odense/Dänemark

5. Krankheiten, Schädlinge, Unkräuter 51
E. W. Schweizer, Thun/Schweiz

Zur Bewertung der Gebrauchseigenschaften von Sport-
rasenflächen 53
K.-D. Gandert, Humboldt-Universität Berlin

Versuche zur Begrünung an Straßen und Autobahnen
in den Niederlanden 56
M. Hoogerkamp, Wageningen/Niederlande

10 Jahre Erfahrungen mit langsam- und kurzwachsen-
den HYDROSAAT-Mischungen an Autobahn-Randzonen 60
E. W. Schweizer, Thun/Schweiz

Ökologische Versuche mit pflegearmen Rasen an
Bundesautobahnen 62
G. Sauer, Köln und W. Skirde, Gießen

2. Internationaler Rasenkongreß in den USA 72
P. Boeker, Bonn

Reiseeindrücke von der amerikanischen Rasenforschung 72
P. Boeker, Bonn

4. Jahrgang 1973 - Heft 4

Rasenbeobachtungen in dem extremen Trockenjahr 1973	77
W. Skirde, Gießen	
Die botanische Zusammensetzung der Rasenflächen im Gelände der Internationalen Gartenbauausstel- lung Hamburg 1973	82
W. Opitz von Boberfeld, Bonn	
Anwendungsmöglichkeiten der "Point-quadrat"- Methode für Bestandsaufnahmen bei Rasen	85
F. Riem Vis, Haren (Gr.)/Niederlande	
Aus der internationalen Literatur	88
Mitteilungen	89
Ein Rasenseminar Grünberg/Hessen	
Rasenseminar Kiel-Schilksee	

5. Jahrgang 1974 - Heft 1

Die Wurzelentwicklung unter Rasengräserarten und -sorten	1
P. Boeker, Bonn	
Vegetationsbeeinflussende Faktoren auf Böschungen, Banketten und anderen Extensivflächen	
I. Der Boden	4
M. Petersen, Odense	
Vegetationsbeeinflussende Faktoren auf Böschungen, Banketten und anderen Extensivflächen	
II. Klimatische Faktoren	9
M. Petersen, Odense	
Vegetationsbeeinflussende Faktoren auf Böschungen, Banketten und anderen Extensivflächen	
III. Biotische Faktoren	13
M. Petersen, Odense	
Aufbaubeispiel einer Rasensportfläche nach DIN 18 035-4	19
W. Skirde, Gießen	
Aus der internationalen Literatur	22
Mitteilungen	24
Rasenseminar der Deutschen Rasengesellschaft in Grünberg, vom 5. bis 8. März 1974	

5. Jahrgang 1974 - Heft 2

Tiroler Grünflächen- und Landschaftstagung - Rinn bei Innsbruck, 28./29.5.1974 -	29
W. Skirde, Gießen	
Rasen im Grünflächen- und Landschaftsbau	30
W. Skirde, Gießen	
Versuchsergebnisse über Rasengräser-Sorten und ihr Verhalten in Mischungen	35
L. Köck, Rinn-Innsbruck/Österreich	
Rasen als Baustoff für Sicherungsarbeiten im alpinen Landschaftsbau	39
H. M. Schiechtl, Innsbruck/Österreich	
Die Wurzelentwicklung unter Rasengräserarten und -sorten (2. Teil)	44
P. Boeker, Bonn	
Zur Frage der Sortenerkennung von Rasengräsern im Jungpflanzenstadium	48
G. Pommer, Freising	
Some Experience gained in the Construction of Sports Turfs	50
P. Bosković, Novi Sad/Jugoslawien	
Untersuchungen zur Ermittlung des Phosphat- und Kali- bedarfs von Gebrauchsrasen	52
F. Mühlshlegel u. C. Mehnert, Freising-Weihenst.	
Mitteilungen	55
Rasenseminar vom 2. bis 5. Juli 1974 10 Jahre Deutsche Rasengesellschaft	

5. Jahrgang 1974 - Heft 3

VII. Internationales Rasenkolloquium in Österreich, 10. bis 13. September 1974	57
Stand der praktischen Anwendung der Rasenforschung in Österreich	58
F. Woess, Wien	
Trockenrasen und Buschwald im Pannonischen Raum Österreichs	59
E. Hübl, Wien	

Untersuchungsmethoden für die Prüfung der Winterfestigkeit von Gräsern	62
P. Ruckenbauer, Wien	
Erhebungen über den Nährstoffentzug verschiedener Rasengräser und Rasengrasmischungen im Verlaufe der Vegetationsperiode	65
E. W. Schweizer, Thun	
Nährstoffgehalt und Nährstoffentzug von Rasen bei verschieden hoher Düngung und verschiedenen Bodenaufbau	68
W. Skirde, Gießen	
Düngungsversuche bei Sportrasen	73
F. Riem Vis, Haren (Gr.)	
Wirkung einiger Dünger auf Rasengräser	75
K. E. Schönthaler, Wien	
Stickstoffdüngung und Belastbarkeit von Rasenflächen	77
J. P. van der Horst u. H. A. Kamp, Den Haag	
 <u>5. Jahrgang 1974 - Heft 4</u>	
Zur Problematik der Wasserbewegung im Schichtaufbau von Rasensportflächen	87
W. Skirde, Gießen	
Zuwachsraten und Wuchsbau von Rasengräserarten	92
G. Pommer, Freising	
Ein Substrat für belastbare Vegetationsschichten	95
R. Reeker, Oldenburg	
Die botanische Zusammensetzung der Rasennarben auf der Internationalen Gartenbauausstellung Wien 1974	98
W. Opitz von Boberfeld, Bonn	
Die Wurzelentwicklung unter Rasengräserarten und -sorten (Schluß)	100
P. Boeker, Bonn	
Ergebnisse zur Narbenfilzanhäufung (thatch) bei Rasenflächen	105
W. Skirde, Gießen	
Amerikanische Gesetze und Vereinbarungen zur Sicherung der Qualität von Rollrasen	110
P. Boeker, Bonn	

6. Jahrgang 1975 - Heft 1

Untersuchungen zur Verwertung von Klärschlamm im
Grünflächen- und Sportplatzbau 1
W. Skirde, Gießen

Einige Hinweise zur Verbreitung, Systematik und
Biologie von *Poa supina* Schrad. 11
N. Lütke Entrup, Kleve-Kellen

Einsatz verschiedener Düngemittel auf Gebrauchs-
rasen 13
W. Opitz von Boberfeld und P. Boeker, Bonn

Einfluß von Auftausalzen auf Boden, Wasser und
Vegetation 21
H. G. Brod und H.-U. Preuße, Gießen

Die Produktion und Lieferung von Fertigrasen 28
P. Poulsen, Hamburg

Mitteilungen 32

6. Jahrgang 1975 - Heft 2

Resistenz von Sorten von *Poa pratensis* L. gegen
Puccinia poarum Niels. und *Puccinia brachypodii* var.
poae-nemoralis-(Otth) Cummins und H. C. Greene 35
J. J. Bakker und H. Vos, Wageningen

Betrachtungen zur Anwendung von Rasenherbiziden 38
G. Heidler, Braunschweig

Über die Einsatzmöglichkeiten von Wachstumshemmern
auf Böschungen von Gräben, Fluß- und Seedeichen in
Nordwestdeutschland 40
W. Richter, Oldenburg

Bodenphysikalische Einflußnahme auf Substrat- und
Bodeneigenschaften durch Schaum- und Bodenwirkstoffe 43
H. Prün, Limburgerhof

Einfluß von Auftausalzen auf Boden, Wasser und
Vegetation
II. Beeinflussung von Wasser 46
H. G. Brod und H. U. Preuße, Gießen

Einfluß von Auftausalzen auf Boden, Wasser und Vegetation	
III. Einfluß auf die Vegetation	51
H. G. Brod und H. U. Preuße, Gießen	
Bestandsausbildung von Rasenansaaten unter verschiedenen Versuchsbedingungen	
I. Sportfeldansaaten	54
W. Skirde, Gießen	
DIN 18 915 - Landschaftsbau - Bodenarbeiten für vegetationstechnische Zwecke	63
A. Niesel, Osnabrück	
Mitteilungen	67
<hr/>	
<u>6. Jahrgang 1975 - Heft 3</u>	
VIII. Internationales Rasenkolloquium in Gießen, 11. bis 13. September 1975	69
Rasensportflächen aus spielsaisonaler und ökologischer Sicht	70
W. Skirde, Gießen	
Bodenkartierung für Sportanlagen in den Niederlanden	73
J. G. C. van Dam u.H. J. M. Zegers, Wageningen	
Relation between Playability and some Soil Physical Aspects of the Toplayer of Grass Sportsfields	77
A. L. M. van Wijk and J. Beuving, Wageningen	
Be- und Entwässerung von Rasenflächen nach dem Cellsystem	83
R. Moesch, Zofingen	
Beanspruchbarkeit verschiedener Rasengräserarten und -sorten	85
B. Bourgoïn, P. Mansat, J. Poupert, M. Quesnoy, Lusignan	
Bedeutung einiger Wurzeleigenschaften von Gräsern für Sportplatz-, Park- und Begrünungsrasen	91
P. Bosković, Novi Sad	
Bekämpfung von <i>Poa annua</i> in Rasenflächen	94
W. Versteeg, Arnheim	

Rasenprobleme in öffentlichen Grünanlagen, dargestellt am Humboldtthain in Berlin-Wedding	95
H. Hiller, Berlin	
Begrünungsstandorte und Begrünungsbestände an der BAB Sauerlandlinie Gießen - Siegen	98
Ch. Leyer, Gießen	
Pflanzenbestände von Skipisten in Beziehung zu Einsaat und Kontaktvegetation	102
L. Köck, Rinn-Innsbruck	
Mitteilungen	108

6. Jahrgang 1975 - Heft 4

Zur Bestimmung der Wasserbindung und Wasserdurch- lässigkeit in Rasentragschichten	111
H.-J. Liesecke u. U. Schmidt, Hannover	
Bestandsausbildung von Rasenansaaten unter verschie- denen Versuchsbedingungen	
II. Ansaaten für Gebrauchs- und Spielrasen	118
W. Skirde, Gießen	
III. Ansaaten für Zierrasen	123
W. Skirde, Gießen	
Die botanische Zusammensetzung der Rasenflächen im Gelände der Bundesgartenschau Mannheim 1975	126
W. Opitz von Boberfeld, Bonn	
Bodenmechanische Prüfungsmöglichkeiten der Material- und Bauqualität bei Spiel- und Sportflächen	129
H.-E. Beier, Osnabrück	
Aus der internationalen Literatur	137
Mitteilungen	139

* * *

Nährstoffwirkung und Nährstoffverwertung bei wasserdurchlässig zusammengesetzter Rasentragschicht

W. Skirde, Gießen

1. Problemstellung

Im Zusammenhang mit dem Bau wasserdurchlässiger Rasensportflächen, deren Tragschicht überwiegend aus Mittel- bis Grobsand bestehen und nur in einem begrenzten Umfang Feinteile und organische Substanz enthalten soll, wird häufig die Befürchtung einer erheblichen Anwaschung löslicher Nährstoffe, besonders von Stickstoff, geäußert. Diese Befürchtung besteht wegen des groben Porensystems scheinbar zu Recht. Für sie spricht – ebenfalls scheinbar zu Recht – auch der Tatbestand, daß Rasen auf normgerecht gebauten Rasensportfeldern zunächst einen höheren Düngeraufwand benötigen. Dies ist allerdings deshalb verständlich, weil überwiegend aus Sand zusammengesetzte Tragschichtgemische nährstoffarm sind und solange unterversorgt bleiben, bis durch Düngung ein genügender Nährstoffspiegel aufgebaut ist. Erfahrungsgemäß stellt sich ein gewisser Nährstoffhaushalt innerhalb eines Jahres ein.

Bereits bei einer größeren Versuchsanlage von etwa 1000 m² Fläche aus dem Jahre 1969 mit 24 Sportfeldansaaten in 4-facher Wiederholung auf einem anstehenden, versteinten sandigen Lehmboden, der zur Hälfte eine Überdeckung mit 5 cm Sand (0/3 mm) erhielt, wurde ab Frühjahr 1970 auf der übersandeten Teilfläche sowohl ein größerer Blattlängenzuwachs des Rasens als auch ein größerer Schnittgutanteil als auf dem in seiner Korngrößenverteilung unveränderten natürlichen Boden festgestellt. Auch war bei späteren Versuchsanlagen mit verschieden zusammengesetzten Sandtragschichten nach gut gelungener Ansaat stets ein besonders üppiger Rasenwuchs mit intensiver Bestockung und raschem Narbenschluf zu beobachten.

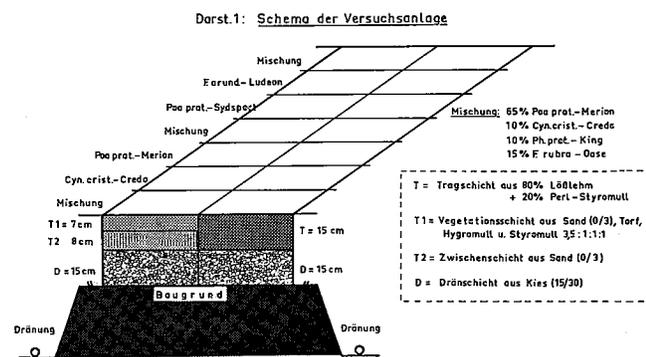
Diese Beobachtungen gaben den Anlaß, die Frage der Nährstoffwirkung und der Nährstoffverwertung bei durchlässig gebauten Rasentragschichten genauer zu untersuchen. Dazu boten sich zunächst 2 Felder des Gießener Bodenheizversuches an, die bei gleicher Heiztemperatur über einen verschiedenen Bodenaufbau verfügen.

2. Versuchsanstellung und Versuchsdurchführung

Der Gießener Bodenheizversuch wurde im Frühjahr 1970 angelegt; die Ansaat erfolgte am 29. 5. 1970.

Bei den zu dieser Versuchsdurchführung im dritten Versuchsjahr herangezogenen Feldern handelt es sich um ein „Bodenfeld“ als Kontrolle und um ein „Sandfeld“ als Prüfvariante. Beide Felder bestehen in ihrem Aufbau aus einer Dränschicht von 15 cm Stärke aus Kies (15/30), die an eine Ringdränung angeschlossen ist. Die 15 cm starke Tragschicht des Bodenfeldes setzt sich aus 80% Lößlehm (etwa 70% an Teilen unter 0,02 mm) und 20% Perl-Styromull zusammen; die 2-lagige Tragschicht des Sandfeldes besteht aus einer 8 cm starken Zwischenschicht aus reinem Sand (0/3), auf die eine Vegetationsschicht aus Sand (0/3), Torf, Hygromull und Perl-Styromull im Volumenverhältnis 3,5:1:1:1 bei einer Stärke von 7 cm aufgebracht wurde (Darst. 1). In beide Tragschichten wurden zur Nährstoffanreicherung 150 g/m² eines Volldüngers der Zusammensetzung 12 – 12 – 17% NPK + eine Vegetationsschicht aus Sand (0/3), Torf, Hygromull und Spurenelementen eingemischt, beim Sandfeld ferner eine

Menge von 150 g/m² an Agrosil. Die spätere Düngung mit etwa 20–30 g/m² N war auf beiden Feldern gleich. – Die Rasensaaten umfassen eine Sportfeldmischung in 3-maliger Wiederholung sowie je eine Ansaat von *Poa pratensis*-



sis-Merion, *Poa pratensis* – Sydsport, *Cynosurus cristatus* – Credo und *Festuca arundinacea* – Ludeon (s. Darst. 1). Der Rasenschnitt dieser Ansaaten erfolgte bei einer Aufwuchshöhe von durchschnittlich 5–8 cm und einer Schnitthöhe von 3 cm. Das Schnittgut wurde mit Fangkorb gesammelt, gewogen und zur chemischen Analyse vorbereitet. Um eine gleichmäßige Nährstoffversorgung auch ohne Verwendung von langsam wirkenden Düngemitteln zu ermöglichen, erfolgte die Nährstoffdarbietung mit herkömmlichen Düngern im monatlichen Abstand, und zwar

am 25. 4. 1972 mit 4 g N/m² als Kalkammonsalpeter
am 4. 5. 1972 mit 3 g N/m² als Schwefelsaures Ammoniak
am 5. 6. 1972 mit 3 g N/m² als Schwefelsaures Ammoniak
am 6. 7. 1972 mit 3 g N/m² als Schwefelsaures Ammoniak
am 1. 8. 1972 mit 3 g N/m² als Schwefelsaures Ammoniak
am 7. 9. 1972 mit 3 g N/m² als Schwefelsaures Ammoniak
am 4. 10. 1972 mit 3 g N/m² als Schwefelsaures Ammoniak
am 27. 10. 1972 mit 3 g N/m² als Nitrophoska blau
am 10. 11. 1972 mit 3 g N/m² als Nitrophoska blau.

Der relativ späte Beginn der Frühjahrsdüngung erklärt sich durch die notwendigen Beobachtungen der Nachwirkung der Rasenbeheizung, die Ende April und Anfang Mai kurz aufeinander verabreichten Düngergaben waren als Ausgleich der durch die Beheizung über Winter eingetretenen Rasenbeanspruchung erforderlich. Die große Zahl der Teilgaben ist dagegen mit der Verwendung herkömmlicher Dünger und relativ geringer Einzelmengen zu begründen, die Ätزشäden verhindern sollten.

3. Ergebnisse

3.1. Zuwachs

Während der Rasenschnitt auf der Versuchsfläche aus technischen Gründen für die verschiedenen Ansaaten eines Auf-

Tabelle 1:

Rasenzuwachs (in cm) verschiedener Ansaaten bei Rasentragschichten aus Feinerdeboden und Sand

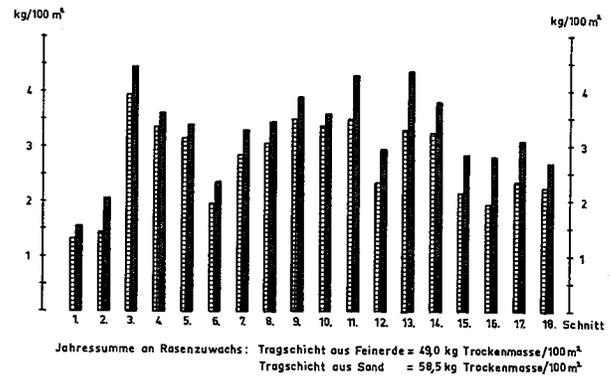
Schnitt-Termin	Mischung		Poa prat.-Merion		Poa prat.-Sydsport		Cynosurus cristatus-Credo		Festuca arund.-Ludeon		
	Boden	Sand	Boden	Sand	Boden	Sand	Boden	Sand	Boden	Sand	
1.	14. 4.	2,7	2,7	2,5	3,0	2,5	3,0	1,8	2,0	8,0	8,4
2.	25. 4.	3,0	2,8	3,0	3,2	2,5	3,2	1,8	2,2	5,6	5,5
3.	8. 5.	3,7	3,8	3,5	4,5	3,2	3,5	3,5	4,0	8,5	9,0
4.	18. 5.	3,6	3,8	3,5	3,8	3,0	3,2	3,8	3,8	5,8	5,5
5.	26. 5.	3,4	3,6	3,0	3,8	3,0	3,4	4,5	4,6	4,9	5,8
6.	2. 6.	2,5	2,9	2,4	2,8	2,5	2,5	3,2	3,5	3,5	4,0
7.	12. 6.	3,0	2,7	2,2	2,8	3,0	3,0	3,2	4,0	5,0	5,2
8.	20. 6.	3,1	3,0	3,0	3,0	2,8	3,0	3,4	3,5	4,5	5,2
9.	1. 7.	2,9	3,2	2,8	3,0	2,8	3,0	3,2	3,5	4,5	5,0
10.	10. 7.	3,4	3,6	3,0	3,0	2,8	2,8	3,8	4,0	4,5	4,8
11.	21. 7.	3,4	3,6	3,5	3,8	2,8	3,0	4,0	4,5	5,0	5,5
12.	28. 7.	2,9	3,1	2,5	2,5	2,2	2,0	3,8	4,0	4,0	4,2
13.	7. 8.	3,3	3,5	3,0	3,0	2,8	2,8	4,2	4,5	5,5	6,5
14.	14. 8.	3,5	3,8	3,2	3,0	3,0	3,0	3,8	4,2	5,5	5,8
15.	22. 8.	2,8	3,2	2,8	3,0	2,5	2,8	3,8	3,5	5,0	5,2
16.	1. 9.	2,9	2,7	2,2	2,5	2,2	2,2	2,8	3,0	4,5	4,8
17.	12. 9.	3,1	3,4	2,8	3,2	2,2	2,2	3,8	3,8	5,2	5,2
18.	27. 9.	2,5	2,9	2,2	3,0	2,5	2,2	3,0	3,2	4,5	4,8
Jahressumme		55,7	58,3	51,1	56,9	48,3	50,8	61,4	65,8	94,0	100,4
		+ 4,7 %		+ 11,3 %		+ 5,2 %		+ 7,2 %		+ 6,8 %	

baufeldes jeweils einheitlich vorgenommen werden mußte, eine differenzierte Schnittgutermittlung nach Ansaatvarianten also nicht möglich war, ergaben die für die einzelnen Ansaaten jedoch getrennt durchgeführten Messungen des Blattlängenzuwachses bei der Rasentragschicht aus Sand bei allen angesäten Gräsern einen größeren Rasenzuwachs (Tab. 1). Hierbei wurde bei gleicher Düngung die größte Zuwachssumme gegenüber dem Bodenfeld bei Poa pratensis-Merion mit +11,3% und der geringste Effekt bei der Sportfeldmischung mit +4,7% an Blattlängenzuwachs ermittelt.

Noch eindeutigerere Ergebnisse lieferten die Wägungen des Schnittgutverlusts, indem die Schnittgutmenge an Grünmasse bei Tragschicht aus Sand in der Jahressumme um 21% über die Grünmasseleistung des Feinerdebodens anstieg. Dieser Mehrzuwachs erfolgte mit größter Regelmäßigkeit, so daß von den im Versuchsjahr 1972 vorgenommenen 18 Schnitten die Leistung des Feinerdefeldes nicht in einem einzigen Fall das Schnittgutgewicht der Tragschicht aus Sand übertraf (Darst. 2). Damit erlangt die zwischen den geprüften Tragschichten ermittelte Schnittgutdifferenz von 54 kg/100 m² Grünmasse im Jahr eine hohe statistische Sicherheit. Sie ändert sich durch die Berücksichtigung des Trockensubstanzgehalts bei der Berechnung des Trockenmassegewichts an Schnittgut im wesentlichen nicht, da der Trockenmassegehalt des Rasenaufwuchses beider Prüffelder gleich hoch lag (Tab. 2, Darst. 3).

Zusammenfassend ergibt sich aus den Ermittlungen von Zuwachsrate und Zuwachsmenge somit eine größere Stickstoffwirkung bei der aus Sand als Gerüstbaustoff bestehenden Rasentragschicht. Da sich der Blattlängenzuwachs in cm nicht mit dem größeren Schnittgutverlust der Sand-Tragschicht deckt,

Darst. 3: Rasenzuwachs an Trockenmasse bei Tragschicht aus Boden und Sand



muß die Stickstoffdüngung außerdem auch die Rasendichte durch Förderung der Bestockung beeinflusst haben.

Neben dem im Verlauf der Vegetationsperiode ermittelten Schnittgutverlust ist darüber hinaus der über Winter durch Bodenheizung hervorgerufene, wenn auch mit 2,0 bis 3,0 kg insgesamt relativ geringe Rasenzuwachs mit in Betracht zu ziehen. Auch hier lag der Schnittgutverlust bei der Sand-Tragschicht höher. Die durch Heizung bewirkte Bodentemperatur war bei beiden Prüfflächen gleich.

Tabelle 2:

Trockensubstanzgehalt (i. %) des Schnittgutes

Schnitt-Termin	Rasentragschicht aus	
	Feinerdeboden	Sand
14. 4. 1972	26,9	26,3
25. 4. 1972	25,4	25,1
8. 5. 1972	22,6	24,0
18. 5. 1972	20,2	20,5
26. 5. 1972	21,2	22,7
2. 6. 1972	23,9	23,9
12. 6. 1972	24,2	24,2
20. 6. 1972	23,8	24,4
1. 7. 1972	24,1	23,4
10. 7. 1972	22,0	22,4
21. 7. 1972	25,5	26,1
28. 7. 1972	23,2	23,3
7. 8. 1972	24,0	24,0
14. 8. 1972	21,9	23,5
22. 8. 1972	22,2	21,9
1. 9. 1972	24,8	25,8
12. 9. 1972	23,9	24,7
27. 9. 1972	25,0	25,1
Mittelwert	23,9	23,6

Darst. 2: Rasenzuwachs an Grünmasse bei Tragschicht aus Boden und Sand

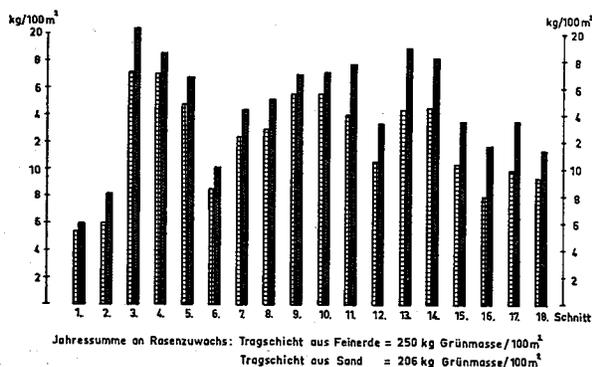


Tabelle 3:
Rasenzuwachs durch Bodenheizung im Winter 1971/72
 (in kg Trockenmasse/100 m²)

Schnitt-Termin	Rasentragschicht aus	
	Feinerdeboden	Sand
28. 12. 1971	0,478	0,628
7. 2. 1972	0,304	0,467
28. 2. 1972	0,729	0,840
17. 3. 1972	0,400	0,520
27. 3. 1972	0,242	0,305
Summe	2,153	2,760

3.2. Stickstoffgehalt und Stickstoffentzug

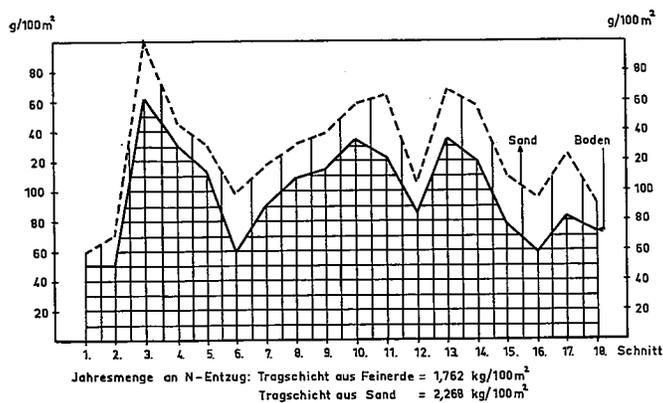
Nach der Ermittlung des beträchtlich höheren Schnittgutverlusts auf einer Rasentragschicht aus Sand gegenüber Feinerdeboden war es notwendig, auch den Gehalt an NPK in der Schnittgutmasse festzustellen sowie den Nährstoffentzug zu berechnen, denn der größere Rasenzuwachs könnte auch gekoppelt mit einem geringeren Gehalt dieser Nährstoffe auftreten.

Allerdings ergaben die Stickstoffanalysen des Schnittguts bei der Rasentragschicht aus Sand über den höheren Schnittgutzuwachs hinaus auch einen höheren Stickstoffgehalt, und zwar für die einzelnen Schnitte wiederum mit großer Regelmäßigkeit. Nur bei 2 von 18 Schnitten lag der N-Gehalt der Trockenmasse des Schnittguts der Sand-Tragschicht unter den für Feinerdeboden festgestellten Werten.

Tabelle 4:
Stickstoffgehalt des Schnittguts
 (i. % der Trockenmasse)

Schnitt-Termin	Rasentragschicht aus	
	Feinerdeboden	Sand
14. 4. 1972	3,67	3,81
25. 4. 1972	3,48	3,41
8. 5. 1972	4,13	4,56
18. 5. 1972	3,89	4,06
26. 5. 1972	3,57	3,85
2. 6. 1972	3,00	3,41
12. 6. 1972	3,17	3,54
20. 6. 1972	3,55	3,81
1. 7. 1972	3,27	3,57
10. 7. 1972	4,03	4,40
21. 7. 1972	3,50	3,82
28. 7. 1972	3,54	3,75
7. 8. 1972	4,06	3,87
14. 8. 1972	3,67	4,14
22. 8. 1972	3,56	3,85
1. 9. 1972	2,98	3,42
12. 9. 1972	3,55	4,04
27. 9. 1972	3,25	3,36
Mittelwert	3,55	3,80

Darst. 4: Stickstoffentzug (Rein-N) durch Rasenschnittgut bei Tragschicht aus Boden und Sand



Auf der Grundlage von Schnittgutverlust und N-Gehalt berechnet sich danach ein N-Entzug, der bei der aus Sand zusammengesetzten Tragschicht um 29% höher als bei Feinerdeboden liegt (Darst. 4). In diesen Werten ist der durch Zu-

wachs über Winter infolge von Bodenheizung eingetretene Stickstoffentzug nicht mit enthalten.

Der Sandaufbau einer Tragschicht hat im Vergleich mit Feinerdeboden damit eine erheblich bessere Verwertung des dargebotenen Düngerstickstoffs bewirkt, ohne einen Verdünnungseffekt durch Gehaltsreduktion des Stickstoffs hervorzurufen.

3.3. Phosphorsäuregehalt und Phosphorsäureentzug

Der Phosphorsäuregehalt in der Schnittgutmasse folgt im Vergleich der aus Sand und Feinerdeboden als Gerüstbaustoff bestehenden Rasentragschicht der Relation des Stickstoffgehalts nicht. Er liegt bei den meisten Einzelergebnissen zwar bei dem Schnittgut des Sandfeldes ebenfalls höher, gleicht sich im Gesamtmittel der Einzelanalysen jedoch an. Der Mittelwert der Einzelschnittergebnisse an P₂O₅ beträgt bei Sand 1,25%, bei Boden 1,24% (Tab. 5).

Damit errechnet sich aus dem größeren Schnittgutverlust und dem höheren P₂O₅-Gehalt allerdings auch für Phosphorsäure ein höherer Entzug bei der aus Sand bestehenden Rasentragschicht (Darst. 5) und folglich hat auch bei Phosphorsäure auf

Darst. 5: Phosphor-Entzug durch Rasenschnittgut bei Tragschicht aus Boden und Sand (P₂O₅)

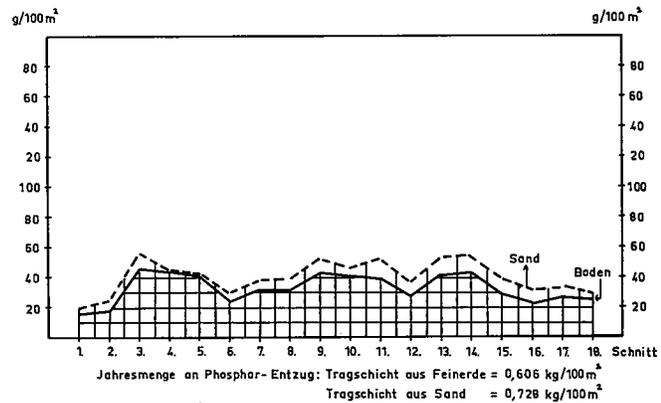


Tabelle 5:
Phosphorsäuregehalt des Schnittgutes
 (i. % der Trockenmasse)

Schnitt-Termin	Rasentragschicht aus	
	Feinerdeboden	Sand
14. 4. 1972	1,18	1,26
25. 4. 1972	1,22	1,28
8. 5. 1972	1,16	1,27
18. 5. 1972	1,32	1,26
26. 5. 1972	1,35	1,28
2. 6. 1972	1,27	1,29
12. 6. 1972	1,14	1,15
20. 6. 1972	1,08	1,14
1. 7. 1972	1,26	1,32
10. 7. 1972	1,26	1,26
21. 7. 1972	1,16	1,20
28. 7. 1972	1,21	1,24
7. 8. 1972	1,29	1,21
14. 8. 1972	1,34	1,43
22. 8. 1972	1,39	1,39
1. 9. 1972	1,22	1,20
12. 9. 1972	1,19	1,13
27. 9. 1972	1,21	1,13
Mittelwert	1,24	1,25

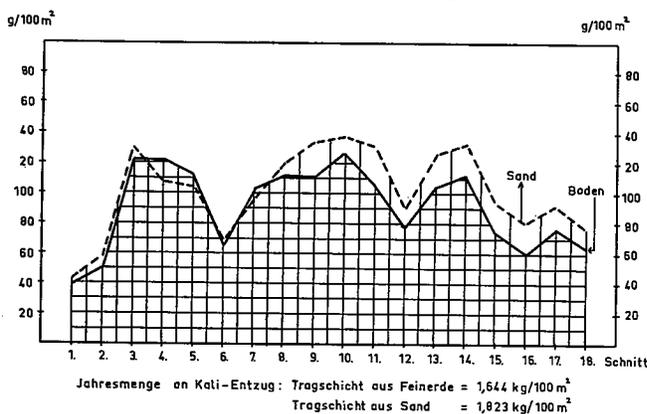
dem Sandfeld eine bessere Verwertung der durch Düngung dargebotenen Nährstoffe, die im Falle von Phosphorsäure überwiegend aus der Spätherbstdüngung des Vorjahres stammen müssen, stattgefunden.

3.4. Kaligehalt und Kalientzug

Im Gegensatz zu Stickstoff und Phosphorsäure liegt der Gehalt an Kali im Schnittgut auf Sand sowohl bei den meisten Einzelschnittergebnissen als auch im Gesamtmittel nie-

driger. Die Differenz zugunsten des Feinerdebodens beträgt etwa 0,20% (Tab. 6). Da der Gehaltsunterschied jedoch geringer als der Zuwachsunterschied an Schnittgut ist, übersteigt auch bei Kali der Entzug des Sandfeldes den des

Darst. 6: Kali-Entzug durch Rasenschnittgut bei Tragschicht aus Boden und Sand (K₂O)



Bodenfeldes (Darst. 6). Und da auch bei Kali während der Vegetationsperiode 1972 keine Düngung erfolgte, dürfte die Nährstoffversorgung der Rasendecke auf dem Sandfeld ebenso wie bei Phosphorsäure auf vorausgegangene Düngergaben zurückgehen.

Tabelle 6:

Schnitt-Termin	Kaligehalt des Schnittgutes (i. % der Trockenmasse)	
	Feinerdeboden	Sand
14. 4. 1972	2,91	2,79
25. 4. 1972	3,49	2,93
8. 5. 1972	3,12	2,94
18. 5. 1972	3,68	2,99
26. 5. 1972	3,61	3,09
2. 6. 1972	3,32	2,93
12. 6. 1972	3,00	2,90
26. 6. 1972	3,69	3,44
1. 7. 1972	3,19	3,43
10. 7. 1972	3,79	3,81
21. 7. 1972	3,05	3,03
28. 7. 1972	3,29	3,11
7. 8. 1972	3,18	2,90
14. 8. 1972	3,48	3,47
22. 8. 1972	3,43	3,29
1. 9. 1972	3,08	2,91
12. 9. 1972	3,29	2,99
27. 9. 1972	2,79	2,83
Mittelwert	3,30	3,10

3.5. Nährstoffverhältnis

Bei der Berechnung des Nährstoffverhältnisses im Rasenaufwuchs bewirkt der größere Stickstoffgehalt des vom Sandfeld gewonnenen Schnittgutes eine deutliche Relationsverschiebung, die jedoch im wesentlichen den Phosphorsäuregehalt betrifft. Im Gesamtmittel des Versuchsjahres 1972 ergibt sich dabei ein Stickstoff- : Phosphorsäureverhältnis von 1 : 0,32 bei Sand und von 1 : 0,35 bei Feinerdeboden, während das entsprechende Verhältnis von Stickstoff : Kali 1 : 0,81 bei Sand und 1 : 0,95 bei Feinerdeboden beträgt.

Die berechneten Nährstoffverhältnisse stehen in guter Übereinstimmung zu den von SKIRDE u. KERN (1971)* schon früher zum Nährstoffgehalt in Rasenschnittgut mitgeteilten Untersuchungsergebnissen. Sie bestätigen ferner die dort geäußerte Annahme, daß bei der Düngung von Rasensportflächen das fehlende bzw. geringe Nachlieferungsvermögen von mit hohen Sandanteilen gebauten Rasentragschichten berücksichtigt werden muß.

*) SKIRDE, W. u. J. KERN, 1971: Untersuchungen über Zuwachs, Nährstoffgehalt u. Bestandsbildung von Rasenansäen unter dem Einfluß verschieden hoher Stickstoffgaben. RASEN-TURF-GAZON 2, 118-123

Tabelle 7:

Nährstoffverhältnisse von Tragschichten aus Boden und Sand

Schnitt-Termin	Rasentragschicht aus	
	Feinerdeboden	Sand
14. 4. 1972	1 : 0,32 : 0,80	1 : 0,32 : 0,73
25. 4. 1972	1 : 0,36 : 1,01	1 : 0,36 : 0,83
8. 5. 1972	1 : 0,28 : 0,75	1 : 0,28 : 0,65
18. 5. 1972	1 : 0,34 : 0,94	1 : 0,31 : 0,74
26. 5. 1972	1 : 0,38 : 1,01	1 : 0,33 : 0,80
2. 6. 1972	1 : 0,42 : 1,10	1 : 0,31 : 0,70
12. 6. 1972	1 : 0,36 : 1,13	1 : 0,32 : 0,82
20. 6. 1972	1 : 0,31 : 1,04	1 : 0,30 : 0,91
1. 7. 1972	1 : 0,39 : 0,98	1 : 0,37 : 0,96
10. 7. 1972	1 : 0,31 : 0,94	1 : 0,29 : 0,87
21. 7. 1972	1 : 0,33 : 0,87	1 : 0,32 : 0,79
28. 7. 1972	1 : 0,35 : 0,93	1 : 0,35 : 0,87
7. 8. 1972	1 : 0,32 : 0,78	1 : 0,32 : 0,75
14. 8. 1972	1 : 0,37 : 0,95	1 : 0,34 : 0,84
22. 8. 1972	1 : 0,39 : 0,97	1 : 0,35 : 0,85
1. 9. 1972	1 : 0,41 : 1,04	1 : 0,35 : 0,85
12. 9. 1972	1 : 0,33 : 0,93	1 : 0,28 : 0,74
27. 9. 1972	1 : 0,37 : 0,86	1 : 0,34 : 0,84
Mittelwert	1 : 0,35 : 0,95	1 : 0,32 : 0,81

4. Schlußfolgerungen

Die durchgeführten Untersuchungen sollten einen Überblick über die Nährstoffverwertung bzw. das Düngedürfnis von Rasen auf durchlässig zusammengesetzten Rasentragschichten mit hohem Sandanteil verschaffen. Die Untersuchungen haben bei gleichem Nährstoffangebot sowohl einen höheren Schnittgutanteil als auch höhere Gehaltswerte an Stickstoff auf der aus Sand bestehenden Rasentragschicht ergeben. Dagegen war der Phosphorsäuregehalt gleich, der Kaligehalt auf Sand geringer, der Kalientzug steigt unter Berücksichtigung des Schnittgutanteils jedoch über die Werte des Bodenfeldes an.

Diese Ergebnisse weisen auf eine größere Nährstoffverwertung bei einer grobporig zusammengesetzten Rasentragschicht hin, die infolge besserer Durchlüftung offensichtlich über eine größere biologische Aktivität verfügt. Damit kann vermutet werden, daß die Nährstoffauswaschung bei durchlässigem Spielfeldaufbau keineswegs größer ist. Diese Vermutung bedarf allerdings des exakten Nachweises durch Untersuchung des abfließenden Sickerwassers.

Zusammenfassung

Es wird über Untersuchungen zur Ermittlung der Nährstoffverwertung von Rasen auf Tragschichten aus Sand und Feinerdeboden berichtet. Diese Untersuchungen ergaben bei gleichem Nährstoffangebot einen höheren Schnittgutanteil und höhere Gehaltswerte bei Stickstoff auf Sand, dagegen war der Kaligehalt auf Sand gegenüber Boden geringer, bei Phosphorsäure gleich. Aufgrund des um etwa 20% größeren Schnittgutanteils berechnete sich aber auch für Phosphorsäure und Kali auf Sand ein höherer Nährstoffentzug. Durch das engere Stickstoff- : Kaliverhältnis bei Boden wird dessen größeres Nachlieferungsvermögen bestätigt.

Mit dem Ergebnis einer besseren Nährstoffverwertung bei einer mit Hilfe von Sand durchlässig gebauten Rasentragschicht werden frühere Beobachtungen eines größeren Rasenzuwachses bei stärkerer Übersandung natürlicher Böden bestätigt.

Summary

These experiments were carried out in order to find out to what extent the nutrients are used by turn on vegetation layers of sand and fine soil.

The experiments showed that the percentage of cut grass and higher contents values was greater when nitrogen was applied on sand — when equal amounts of nutrients were given — whereas the potash contents on sand in comparison to soil was lower, but it was the same as far as phosphoric acid was concerned. Due to the larger amount of cut grass, larger by approximately 20 per cent, phosphoric acid and potash, however, extracted also greater amounts of nutrients on sand. The closer nitrogen-potash relationship on soil confirms the larger supply capacity of the soil.

The results of a better nutrient utilization on a sod carrying layer made permeable by means of sand, confirm former observations of a larger turf growth with the sand proportion increasing in natural soils.

Rückwirkungen von verschiedenen Schnittsystemen auf die Pflanzenbestände von Rasen bei variiertes Stickstoffdüngung

P. Boeker und W. Opitz von Boberfeld, Bonn

1. Einleitung

Da die verschiedenen Pflanzenarten der Rasenflächen eine sehr unterschiedliche Blatthaltung aufweisen, stellt sich die Frage, ob bei den Systemen Sichel- oder Spindelmäher die einzelnen Gräserarten beim Rasenschnitt alle gleichmäßig erfaßt werden. Geht man davon aus, daß nicht alle Arten gleichermaßen erfaßt werden, so ist zu erwarten, daß bei andauerndem Einsatz eines Schnittsystems auf ursprünglich vielseitig zusammengesetzten Rasennarben die Zusammensetzung der Pflanzenbestände in eine bestimmte Richtung geändert wird. Je länger der Schnitt mit einem bestimmten Schnittsystem durchgeführt wird, um so deutlicher müßten sich Veränderungen der Pflanzenbestände zeigen. Dieser Beitrag soll eine Auskunft auf die hier gestellte Frage liefern.

Die Versuchsfläche wurde erst vier Vegetationsperioden lang unterschiedlich behandelt, aus diesem Grunde lassen sich aus dem Datenmaterial lediglich Tendenzen ableiten und noch keine endgültigen Schlußfolgerungen ziehen. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, daß bereits schon diese Tendenzen nützliche Informationen liefern.

2. Kennzeichnung der beiden Schnittsysteme

Spindelmäher haben ein feststehendes Untermesser und zylinderförmig angeordnete Obermesser, die wie eine Walze durch den Aufwuchs gleiten. Die Messer werden bei exakter Einstellung nicht so rasch stumpf, weil sie gewissermaßen am Untermesser ständig nachgeschärft werden. Voraussetzung für die exakte Einstellung ist allerdings, daß die Messer die Gegenschneide auf ganzer Länge berühren. Für das Selbstschleifen ist eine weitere Voraussetzung eine unter-

schiedliche Härte von Messer und Gegenschneide. Bei gleicher Härte werden die Messer nicht richtig scharf, zum anderen nutzen sie sich in solchen Fällen dann rasch ab.

Sichelmäher schlagen den Aufwuchs mit mehr oder weniger geschärften Klingen, die am Ende des sich drehenden Messerbalkens befestigt sind, ab. Die Messer dieses Mähertyps werden rasch stumpf; für eine befriedigende Schnittqualität ist es daher notwendig, regelmäßig die Messer nachzuschärfen bzw. auszuwechseln. Durch die drehende Bewegung des Messerbalkens entsteht bei der Arbeit des Sicheljähers ein Luftstrom. Dieser Luftstrom ist vermutlich die Hauptursache dafür, daß beim Schnitt nach diesem System wahrscheinlich nicht sämtliche Arten in einer Mischung gleichermaßen erfaßt werden.

Die unterschiedliche Arbeitsweise von Spindel- und Sichelmäher hat neben den vermuteten unterschiedlichen Rückwirkungen auf die Zusammensetzung der Pflanzenbestände, ferner einen verschiedenen Einfluß auf die Unfallgefahr (ANONYM, 1968), die Anschaffungskosten, die Schnittqualität, die Arbeitsqualität bei Neuansaat, sowie die Einsatzmöglichkeiten bei größeren Aufwuchshöhen (HUNDHAUSEN u. KLUGE, 1970).

3. Material und Methodik

3.1. Versuchsanlage

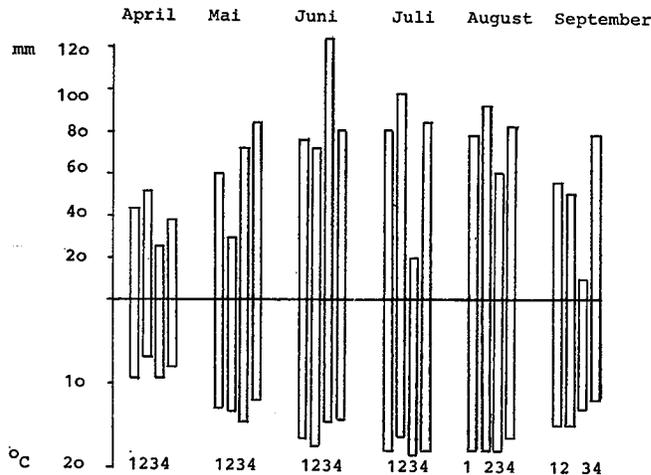
Der Versuch wurde im Frühjahr 1969 nach dem Schema einer Spaltenanlage angelegt. Die Schnittvarianten kommen in dem Versuch sechsmal wiederholt vor. Bei der Versuchsanlage handelt es sich um einen zweifaktoriellen Versuch mit den Faktoren Schnitt und den Stufen Spindel-, Sichelmäher sowie

Düngung mit den Stufen 0gN/m^2 , 20gN/m^2 und Jahr . Zur Aussaat kam folgende Saatmischung:

- 45% *Poa pratensis* MERION
- 25% *Festuca rubra commutata* TOPIE
- 25% *Festuca rubra rubra* OASE
- 5% *Agrostis tenuis* HIGHLAND BENT

Darstellung 1: Klimadaten

- 1 = Mittel von 1950 - 65
- 2 = 1970
- 3 = 1971
- 4 = 1972



Die Saatstärke betrug 10 g/m^2 . Damit eine Vergleichbarkeit sichergestellt ist, wurden die Vegetationsaufnahmen stets Ende September bzw. Anfang Oktober bei einer Aufwuchshöhe von 5 cm erstellt. Festgelegt wurde der Bedeckungsgrad der einzelnen Arten.

Der Abstand von Schnittwirkung zur Bodenoberfläche betrug bei beiden Mähertypen 3 cm. Der Schnitt wurde bei sämtlichen Varianten stets zum gleichen Zeitpunkt durchgeführt. Das Schnittgut wurde von den Parzellen entfernt.

3.2. Standortverhältnisse

Die Versuchsfläche liegt auf einem feinsandigen Lehm Boden, der im Untergrund kiesig ist. Der feinsandige Lehm ist aus Löß über der Mittelterrasse des Rheins entstanden. Der Boden wurde mit der Bodenzahl 68 bewertet (LANDESVERMESSUNGSSAMT NRW, 1956). Bei dem Bodentyp handelt es sich um eine Parabraunerde. Vor Versuchsbeginn wurden bei einer Bodenuntersuchung folgende Werte festgestellt:

- 28 mg P_2O_5 / 100 g Boden
- 15 mg K_2O / 100 g Boden
- 7,1 pH (0,1 n KCl)

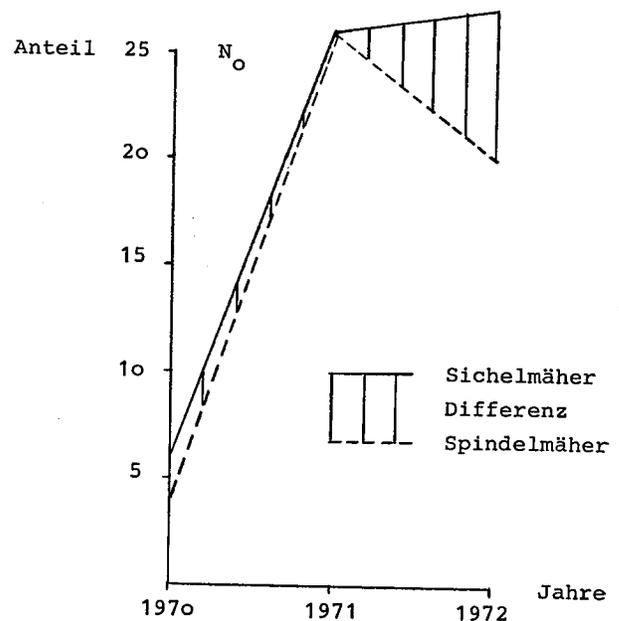
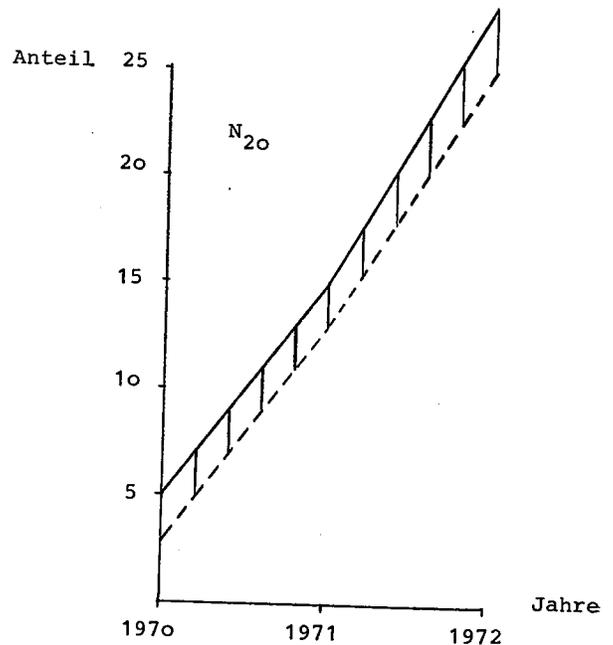
Über die Niederschlags- und Temperaturverhältnisse des Zeitabschnittes von April bis September, während der Beobachtungszeit sowie im Mittel von 1950 bis 1965, vermittelt die Darstellung 1 eine Übersicht. Hervorzuheben ist das Jahr 1971, das sich durch relativ geringe Niederschlagsmengen auszeichnet. Diese Gegebenheit ist bei der Diskussion der Ergebnisse zu berücksichtigen, da davon auszugehen ist, daß die extreme Witterung eine unterschiedliche Wirkung auf die einzelnen Mischungspartner ausübte.

4. Ergebnisse

4.1. Vorkommende Pflanzenarten

Die Tabelle 1 vermittelt eine Übersicht über die vorkommenden Arten und deren Anteile im Mittel der Jahre von 1970 bis 1972. Da jedoch die unterschiedliche Witterung der einzelnen Beobachtungsjahre eine nicht gleiche Auswirkung auf die einzelnen Arten gehabt hat, finden sich hierzu noch gesonderte Hinweise in den folgenden Abschnitten.

Darstellung 2: Verhalten von *Agrostis tenuis* in den Beobachtungsjahren



Recht deutlich ist selbst auf dem günstigen Standort Dikops-hof nach relativ kurzer Behandlungszeit der Düngungseffekt sichtbar. Hervorzuheben ist, daß neben den erwähnten Kräutern auf der Variante „ohne Stickstoffdüngung“ sich noch zusätzlich *Festuca arundinacea* hat ansiedeln können. In Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung und dem Schnittsystem zeigen sich auch Umschichtungen innerhalb der Gruppe der angesäten Arten.

Tabelle 1:

Bodenbedeckungsgrad in Abhängigkeit von Düngungs- und Schnittvarianten im Mittel der Jahre				
Düngungsstufe	N ₀		N ₂₀	
Schnittvariante	Sichel	Spindel	Sichel	Spindel
<i>Agrostis tenuis</i>	20	17	16	14
<i>Festuca arundinacea</i>	+	+		
<i>Festuca rubra</i>	51	48	29	27
<i>Poa annua</i>	+	+	1	1
<i>Poa pratensis</i>	29	35	53	57
<i>Poa trivialis</i>	+	+	1	1
<i>Plantago maior</i>	+	+		
<i>Sonchus oleraceus</i>	+			
<i>Taraxacum officinale</i>	+	+	+	

4.2. Verhalten von *Agrostis tenuis*

In der Festigkeit sowie in der Blattbreite und damit in der Beweglichkeit der Blätter besteht zwischen *Agrostis tenuis* und den restlichen Mischungspartnern ein erheblicher Unterschied. Aus diesem Grunde ist zu erwarten, daß, falls Unterschiede in den Rückwirkungen beider Schnittsysteme auf die Zusammensetzung der Pflanzenbestände bestehen, dies sich an der Verbreitung von *Agrostis tenuis* besonders deutlich zeigen müßte.

Tabelle 2:

Verhalten von <i>Agrostis tenuis</i> (1970–1972)			
	N ₀	N ₂₀	\bar{X} Mäher
Sichelmäher	20	16	18
Spindelmäher	17	14	16
\bar{X} Düngung	19	15	17

Die Tabelle 2 und die Darstellung 2 zeigen das Verhalten von *Agrostis tenuis* im Mittel der Beobachtungsjahre sowie in den einzelnen Jahren. Die Frage, ob Wechselwirkungen vorliegen, d. h. ob die Rückwirkungen der Schnittsysteme von der Düngungsintensität beeinflusst werden, kann aus dem vorliegenden Datenmaterial nicht schlüssig beantwortet werden, da die einzelnen Beobachtungsjahre einen sehr unterschiedlichen Einfluß ausgeübt haben. Insbesondere die niederschlagsarme Vegetationsperiode 1971 hat spezielle Rückwirkungen auf die Ausbreitung von *Agrostis tenuis* gehabt, was deutlich bei der ungedüngten Variante zum Ausdruck kommt, Darstellung 2. Zu sämtlichen Beobachtungsjahren wurde bei beiden Düngungsvarianten der Anteil von *Agrostis tenuis* durch den Einsatz des Spindelmähers erhöht. Aus dieser Beobachtung kann wohl geschlossen werden, daß eine Zunahme von *Agrostis tenuis* vermutlich auch durch den Mähertyp beeinträchtigt werden kann.

Die Zunahme von *Agrostis tenuis* ist nicht immer günstig zu beurteilen, da diese Art selbst unter Berücksichtigung von Sortenunterschieden (POMMER, 1972) sehr empfindlich gegenüber pilzlichen Blatterkrankungen reagiert. Auch bei langer anhaltender Trockenheit wird der Gesamteindruck durch das Verhalten dieser Art vielfach negativ beeinträchtigt.

Die Tabelle 2 macht deutlich, daß auch die Düngungsmaßnahmen einen Effekt auf die Verbreitung von *Agrostis tenuis* ausüben.

4.3. Verhalten der restlichen Arten

Aus den Tabellen 3 und 4 sowie den Darstellungen 3 und 4 läßt sich ableiten, daß *Festuca rubra* indifferent auf die beiden Mähertypen reagiert hat. Dagegen hat anscheinend *Poa pratensis* etwas bessere Entwicklungsmöglichkeiten beim Einsatz des Spindelmähers.

Tabelle 3:

Verhalten von <i>Festuca rubra</i> (1970–1972)			
	N ₀	N ₂₀	\bar{X} Mäher
Sichelmäher	51	29	40
Spindelmäher	48	27	38
\bar{X} Düngung	50	28	39

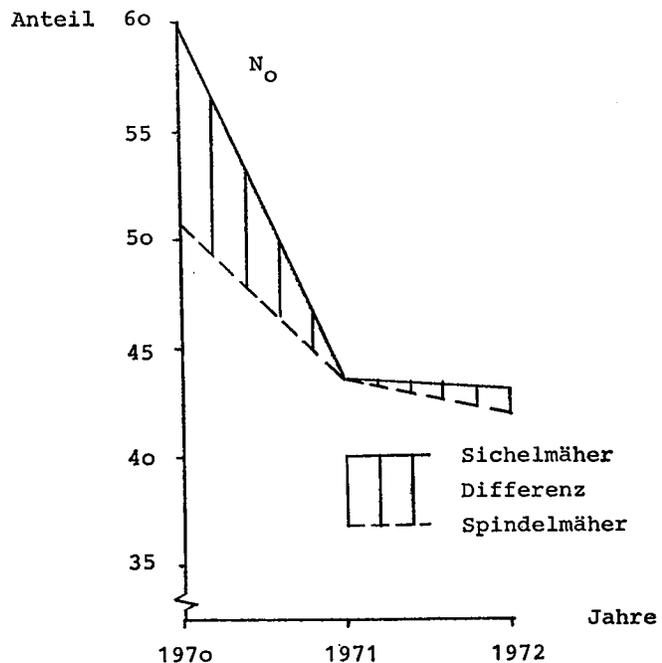
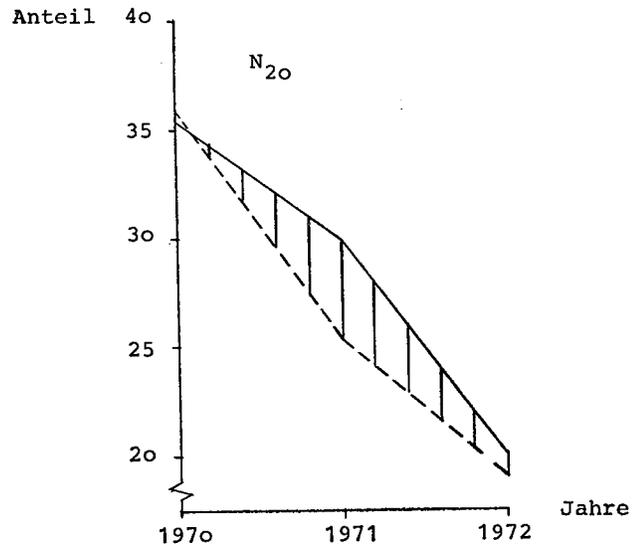
Darstellung 3: Verhalten von *Festuca rubra* in den Beobachtungsjahren

Tabelle 4:

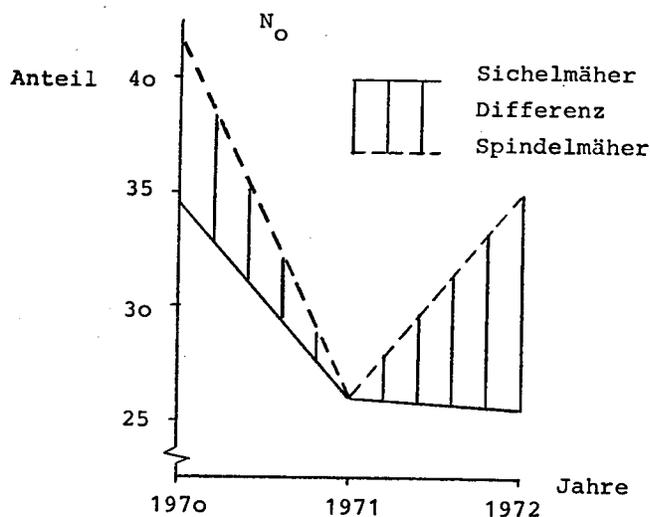
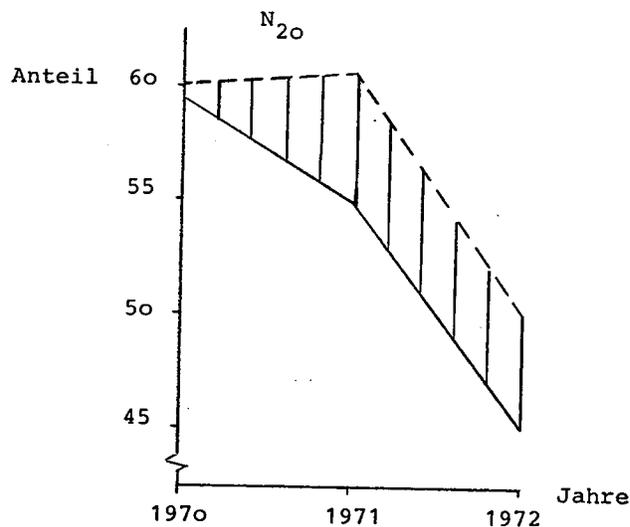
Verhalten von <i>Poa pratensis</i> (1970–1972)			
	N ₀	N ₂₀	\bar{X} Mäher
Sichelmäher	29	53	41
Spindelmäher	35	57	46
\bar{X} Düngung	32	55	44

Werden jedoch bei *Festuca rubra* und *Poa pratensis* die Differenzen relativ gesehen, so treten hier die Rückwirkungen des Mähertyps nicht so deutlich in Erscheinung wie bei *Agrostis tenuis*. Andererseits läßt sich jedoch der Düngungseffekt bei *Festuca rubra* und *Poa pratensis* eindeutiger beschreiben. *Poa pratensis* reagiert auf eine Stickstoffdüngung hier ähnlich wie auf dem Wirtschaftsgrünland (KLAPP, 1965; OPITZ v. BOBERFELD, 1971). Da die Trittbelastung bei sämtlichen Varianten gleich war, ist der Effekt der Zunahme von *Poa pratensis* bei intensiver Stickstoffdüngung hier allein auf diese Maßnahme zurückzuführen.

5. Zusammenfassung

Die relativ kurze Behandlungsdauer sowie die sehr unterschiedliche Witterung in den einzelnen Vegetationsperioden erlauben bisher aus dem gewonnenen Datenmaterial keine detaillierten Aussagen. Vielmehr beschränkt sich dieser Beitrag

Darstellung 4: Verhalten von *Poa pratensis* in den Beobachtungsjahren



auf eine orientierende Betrachtung. Es ist beabsichtigt, nach weiterer Versuchslaufzeit eine erneute Zusammenstellung der Daten vorzunehmen. Die bisherigen Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Sichel- und Spindelmäher weisen in folgenden Eigenschaften Unterschiede auf: in der Unfallgefahr, in den Anschaffungskosten, in der Schnittqualität sowie in den Einsatzmöglichkeiten bei größeren Aufwuchshöhen. Es ist davon auszugehen, daß innerhalb dieser beiden Typen zwischen den Fabrikaten auch noch gewisse Unterschiede im Hinblick auf die angeführten Eigenschaften bestehen (HUNDHAUSEN u. KLUGE, 1970).

2. Die bisherigen Beobachtungen haben gezeigt, daß die Ausbreitung von *Agrostis tenuis* bei ständigem Einsatz des Sicheljäheres anscheinend gefördert wird. Bei intensiver Stickstoffdüngung verläuft wahrscheinlich dieser Umschichtungsprozeß nicht so rasch wie bei Düngervorenthaltung. Die absoluten Unterschiede sind allerdings zwischen den Varianten bisher auf dem sehr nährstoffreichen Boden des Versuchsfeldes nicht sehr groß.

3. Die Stickstoffdüngung hatte einen erheblichen Einfluß auf die Anzahl der vorkommenden Arten. Auch die Hauptbestandbildner haben sehr unterschiedlich auf die Stickstoffdüngung reagiert. So wurde die Ausbreitung von *Poa pratensis* durch die Stickstoffdüngung nachhaltig gefördert und die von *Festuca rubra* auffällig reduziert. Der Anteil von *Agrostis tenuis* hat zwar auch infolge der Stickstoffdüngung im Vergleich zur Variante ungedüngt abgenommen, die absoluten Differenzen sind hier allerdings nicht so groß.

6. Literaturverzeichnis

1. ANONYM, 1968: Leichtsinne schneiden sich ins eigene Fleisch. Z. Test, T. 75, S. 30—32
2. HUNDHAUSEN, E. u. E. KLUGE, 1970: Spindel- oder Sichelmäher für den Rasen? — Rasen Turf Gazon 1, S. 113—114
3. KLAPP, E., 1965: Grünlandvegetation und Standort. Verl. Paul Parey, Berlin u. Hamburg 384 S.
4. LANDESVERMESSUNGSAMT NRW, 1956: Bodenkarte Dikopshof M 1 : 5000
5. OPITZ v. BOBERFELD, W., 1971: Vorherrschende Pflanzengesellschaften und die Ertragsleistung der Dauerweiden im rechtsrheinischen Höhengebiet Nordrhein-Westfalens. Diss. Bonn, 175 S.
6. POMMER, G., 1972: Art- und sortenbedingte Variation von Rasengräsern — Rasen Turf Gazon 3, S. 89—93.

Zusammenfassung

Da die verschiedenen Pflanzenarten der Rasenflächen eine sehr unterschiedliche Blatthaltung aufweisen, stellt sich die Frage, ob bei den Systemen Sichel- oder Spindelmäher die einzelnen Gräserarten beim Rasenschnitt alle gleichmäßig erfaßt werden oder nicht. Dieser Beitrag soll eine Auskunft auf die hier gestellte Frage liefern.

Die relativ kurze Behandlungsdauer, 4 Jahre, sowie die sehr unterschiedliche Witterung in den einzelnen Witterungsperioden erlauben lediglich eine orientierende Betrachtung. Folgende Entwicklungen lassen sich bereits erkennen: Bei ständigem Einsatz des Sicheljäheres wird anscheinend die Ausbreitung von *Agrostis tenuis* gefördert. Bei intensiver Stickstoffdüngung verläuft wahrscheinlich dieser Umschichtungsprozeß nicht so rasch wie bei Düngervorenthaltung.

Die Ausbreitung von *Poa pratensis* wurde durch die Stickstoffdüngung nachhaltig gefördert und die von *Festuca rubra* auffällig reduziert.

Summary

Since the various species of turf plants show a highly different position of the leaves, the question arises, whether, with the systems of the sickle- or spindle mower, the individual grass species when cutting the turf are cut uniformly or not. This article should give an answer to the question raised here. The relatively short period of treatment — four years — as well as the highly different weather conditions in the individual weather periods, permit solely a kind of an orientation aid for future consideration. The following developments can, however, be noted already now: with the continuous utilization of the sickle mower, the spreading of *agrostis tenuis* is apparently promoted. With intensive nitrogen fertilization, this restructuring process apparently does not proceed as quickly as when fertilizer is withheld.

The spreading of *poa pratensis* was lastingly promoted by nitrogen fertilizer and that of *festuca rubra* was visibly reduced.

A Contribution to the Maintenance of Turf Sport Fields in Yugoslavia

P. Boskovic, Novi Sad/Yugoslavia

Turf sport fields in this country have been mainly raised by means of natural turf. Approximately 52 football matches are played on these fields in the course of one year in addition to the numerous trainings held on them, all these causing an over-exertion of the playground.

With the aim to improve the lawn of the sport fields the Yugoslav Football Association has set as condition to all clubs — members of federal league — to possess their own turf field and in addition to the main field to have one gravel field.

For the time being, most of the clubs are satisfied with such a situation, as they do not have any auxiliary fields at all. However, because of more intensive trainings, establishment of soccer schools and other aspects of club activities, the need for larger lawn surfaces is increasing, so that the clubs have started to build professional centers adjacent to towns and cities including 4–5 turf play fields the building and maintenance of which does not ask for big amounts of money in consideration of extensive operational surface that they provide and smaller load.

Football competitions in Yugoslavia commence early in March and late in August and end late in June and early in December what means that there are two rest periods during which it is possible to recover the grass cover. A more serious approach to the improvement and thickness of lawn can be taken in that time. Of course, the summer rest of the play field is particularly favourable for this purpose, what is in fact the period when serious repair work is undertaken, whereas in winter seasons, owing to low temperatures, it is impossible to carry out any kind of field recovery.

Owing to the fact that we are engaged in the maintenance of grass play fields in our town as well as in the other towns in our country, we have gained valuable experience which is the subject matter of this article.

FERTILIZING

On a number of fields organic manure — stable dung is used upon completion of the playing season. A thin layer of dung is spread over the play field and its scattered remains are gathered in spring. Results of this measure have proved to be excellent as the play field is very good throughout the year. However, the use of stable dung is not advisable for sanitary reasons. As only the minerals from stable dung are used up, we started treating play fields with mineral fertilizers based on nitrogen and potassium in winter season. This measure was checked through experiments and extensive practice and we adopted it as a permanent method of rearing as it exerts a great influence on the thickness and quality of the lawn. This method has been confirmed in theory as well in the view of winter nitrification of wheat/grain/all/advocated by our local and Italian experts.

For our conditions we recommended fertilizing in December with 100 kgs of nitrat and 100 kgs of potassium salt, in January and February with 100 kgs of nitrate fertilizer, in March and June with 200 kgs of N : P : K / 18 : 18 : 18 /. Other fertilizing depends on the botanical composition of grass

plot, appearance of the grass and pedological soil analyses during vegetation.

In rainy years the nitrogen fertilizer is spread almost every month in order to recover the colour and growth of grass as washing away of nitrogen is extensive.

Winter fertilizing is considered to be of inestimable importance as it gives high effect and is the single measure applicable in winter, i. e. out of playing season.

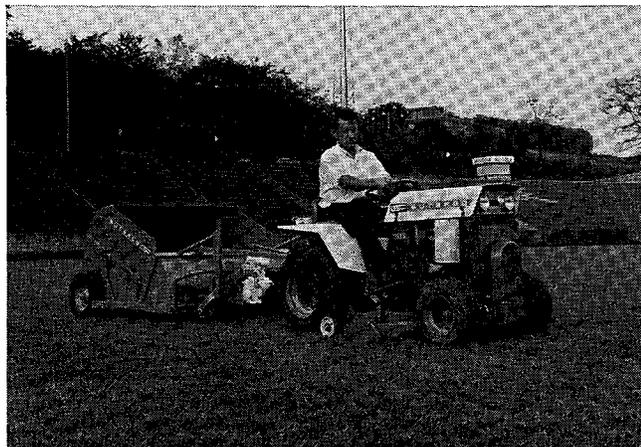
Of the organic manure only peat is used in a 40% : 60% mixture with sand, spread in a thin layer. Approximately 40 cub. m. of peat and 60 cub. m. of sand are required for this measure, while the rest of this mixture is applied repeatedly on soil depressions. This method is usually applied after ground aeration in June and July, that is after the playing season is over. The results of using peat without sand did not prove satisfactory: the play field was slimy and wet in autumn and spring periods of rainy weather what exerted a bad influence on the play.

IRRIGATION

Our sport fields are irrigated mainly from town waterworks by means of automotive sprayers — “King of rain” — that proved most efficient. Irrigation is mostly done in June, July, August and September, in other months as well but to a smaller extent. The time and quantity of water are determined visually in dependence of the outward look of plants and based on the principle more water with less frequent irrigation and depending on football matches and trainings as to avoid playing on wet fields.

MOWING

Our experiments and extensive practice show that higher and scarce mowing is much better, what is, however, adverse to the requirements of play. Therefore a middle ought to be found as to satisfy the people engaged in soccer and the needs of vegetation.



We usually cut the grass to a height of 3–4 cm so that on the morning before the match the field is rolled with a light roller. Thus the grass sticks together and its height is diminished not disturbing the play. The mowing height is adapted to field humidity: in case of higher humidity before the match the grass is cut to be higher and if the field is dry the cutting is lower.

In the summer season when no matches are played, grass is left to grow higher in order to get more nutritives and strengthen the root. Season and vegetation phase exert an influence on the height and frequency of mowing. Namely, in summer mowing is not low as that would prevent stooling, while in April, May, September and October it is lower this being the period of grass stooling which becomes even more extensive by lower cutting.

ROLLING

Generally, rolling impairs the lawn and this is the reason why it is avoided. Otherwise, light rollers up to 450 kgs of weight are used when winter is over and following heavy rains or matches played on a wet field. If the field is dry, the lawn is rolled prior to the match. Then rollers which are even lighter /250 kgs/ are used to draw strips of fine levelling required for the match and to reduce the height of grass.

GRASS GATHERING

In spring and autumn when it takes too long for the cut grass to get dry, the mowed grass is to be gathered from the lawn as otherwise growth would be prevented. However, in summer, i. e. during the dry season this grass is left to stay over the lawn to serve for humization. When mowing is done in longer intervals, the cut grass must be taken away.

FIELD AERATION

Towards end of June field aeration and verticulation are carried out in order to airify and drain the soil. The result is best if aeration is carried out in April and September, this being the most appropriate time for taking this measure.

Verticulation as a regular maintenance procedure is done with „Riyana“ verticulator; „Gudbrod“ verticulator is used only in field restoring or after completion of the playing season, i. e. late in June. After the verticulation of the sport field overseeding is most efficient and then it becomes fully successful.

OVERSEEDING

Recently increasing attention has been paid to this measure, since nowadays there are several machines for field preparation and new more suitable varieties of fast sprouting and growing grass species at our disposal. Overseeding is usually done in March, June and September, but very often also in November. When the league matches are over 50–70 kgs of seed are used. Grass components coming into account for overseeding are *L. perene*, *F. rubra*, *Poa pratensis* Merion, *Poa annua*, *Cynodon dactylon*, etc. Their choice depends on climatological conditions, field quality, time of overseeding and frequency of exploitation.

SODDING OF DETERIORATED SPOTS

Sodding of deteriorated spots is done throughout the year except for periods of low temperatures and snow. In December 1971 when the winter was mild we sodded the sport field in Vinkovci on which matches were played in April.

When sodding is made it is of great importance to prepare the base, add sand and combined fertilizer. The sod must be well planned and layed. After placing, the sod must be well soaked with water. Rollers up to 500 kgs of weight are used to roll the sod after the water has strained.

WEED EXTERMINATION

Owing to the fact that in this country natural turf is used in building of sport fields and that seeds of weed are brought

by wind constantly, the situation that we have to weed sport fields is not infrequent. In order to solve this problem several experiments were applied. Their results were good. Wheat herbicides were used for that purpose, whereby monosan used in normal concentration was most efficient. Otherwise, grass species can endure higher concentration than those planned for wheat. The said herbicide entirely destroys *Plantago major*, *Taraxacum* and the most disagreeable for weeding – *Bellis perennis*.

VARIABILITY OF BOTANICAL COMPOSITION OF GRASS COVER

We have appraised sport fields according to the method of Dr. Buresh both here and in other countries and we have drawn the conclusion that there is regularity in the continuous change of the botanical composition depending upon the climatological conditions, drain system and rearing on account of what appraisal should be made in the same season in order to obtain a complete picture of the quality of the sport field examined. On one and the same field, like the stadium of „Hajduk“ in Split, *Poa annua* is the prevailing grass in winter, whereas *Cynodon dactylon* is dominant in summer. In extremely wet years as it was 1972, when in July and August precipitation exceeded 250 mm, the grass cover was destroyed leaving no need for field appraisal since the stable cycle of changes in botanic composition became disturbed in a rather short time.

For the purpose of enlightening the variability of botanical composition our intention is to take this opportunity to bring forth data obtained on three sport fields from characteristic climatological and soil areas. Similar condition was found on the majority of fields in our country on which repair and measures of normal maintenance were carried out.

Table no. 1:

		Results of pedological analyses						
Item no.	Stadium	PH H ₂ O	KCL	N %	P ₂ O mg/100 gr of soil	K ₂ O	Humus %	Mechanical composition
1.	Vojvodina, Novi Sad	7.31	7.35	0.3329	18.8	15.7	6.35	sandy clay
2.	Borac, Banja Luka	7.79	7.40	0.4172	33.5	19.3	6.11	loamy clay
3.	Hajduk, Split	–	6.10	0.5348	44.5	28.1	3.43	powder clay

Table no. 2:

		Climatological conditions 1955–1965											
Item no.	Stadium	Average precipitation per month and temperatures											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1.	Vojvodina, Novi Sad	43	48	43	47	73	61	68	38	34	37	52	68
		– 0,9	1,1	5,1	11,8	16,6	20,3	21,8	21,8	17,6	12,6	7,4	2,1
2.	Borac, Banja Luka	67	67	77	97	113	126	91	85	58	84	95	103
		– 0,2	1,9	5,0	10,9	15,0	19,0	20,5	20,0	15,8	11,0	6,7	1,9
3.	Hajduk, Split	60	67	77	72	43	50	35	31	48	83	139	126
		7,7	8,2	10,2	14,6	18,7	28,8	25,4	25,4	21,4	17,1	12,9	9,6

Supplement to Table no. 2

Average precipitation/year and temperature		
Item no.	Stadium	Average precipitation/year and temperature
1.	Vojvodina, Novi Sad	612 11,4
2.	Borac, Banja Luka	1033 10,4
3.	Hajduk, Split	831 16,2

- Novi Sad is located in the north east of Yugoslavia in the region of continental climate.
- Banja Luka is located in the western region and is under influence of wet and cold climate.
- Split is located in the south with mediterranean climate – dry and hot summer and wet and warm winter.

Table no. 3:

Botanical composition of fields examined in 1971 in %

Item no.	Species	Novi Sad			Banja Luka			Split		
		Spring	Summer	Autumn	Spring	Summer	Autumn	Spring	Summer	Autumn
1.	<i>Poa pratensis</i>	15	20	25	30	30	40	5	10	5
2.	<i>Poa annua</i>	35	15	30	15	5	10	40	5	20
3.	<i>Lolium perenne</i>	30	35	25	22	15	15	40	35	40
4.	<i>Cynodon dactylon</i>	10	18	10	20	40	20	10	45	30
5.	<i>Festuca rubra</i>	2	3	1	2	2	1	—	—	—
6.	<i>Agrostis stolonifera</i> pr.	3	1	2	3	1	4	—	—	—
7.	<i>Cynosurus cristatus</i>									
8.	<i>Poa trivialis</i>	1		1						
9.	<i>Trifolium repens</i>	3	8	5	4	5	5	2	4	3
WEED										
	<i>Bellis perennis</i>									
	<i>Plantago major</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , etc.	1	—	1	4	2	6	3	1	2

Visual method of projective domination was used in appraising the grass components.

Visual method of projective domination was used in appraising the grass components.

Based on Table no. 3 and on observations of a number of sport fields that we maintain and visit occasionally, we could establish a regular variability of botanical composition depending on season and climatological condition of wet and dry periods.

In the north east of our country the main grass component met on sport fields with good drain systems is *Poa pratensis* which is found in a percentage of even 90% / Odjaci /. In the southern area this main component is *Cynodon dactylon* which may participate in the grass cover with more than 60% / Skopje /, while in the west *Poa pratensis* is predominant as the grass cover may contain more than 60% of it / Ljubljana /.

Poa pratensis is the best component grass for football fields owing to the fact that it develops out of rhizomes what enables good filling of empty spots and because it provides a thick grass cover which cannot be torn with football boots so easily. We have noticed that the best fields are those that contain more than 80% of *Poa pratensis* in their grass composition. This species asks for a dry, loose and light soil with plenty of sand and organic substances. It does not endure wet conditions and long rain which is destructive for almost all grass species. On well drained soil, however, it can well resist even extremely wet conditions.

Cynodon dactylon is found on all football fields except those in the north west part of the country where the climate is cold and wet. This species is most resistant to treading, drought, extreme humidity when most of other species are destroyed. However, it lacks resistance to the cold and therefore if we want to remove it from a field it is sufficient to soak the surface with cold water. In combination with other species *Cynodon dactylon* produces a thick and resistant turf which cannot be broken by continuous matches or trainings. Its only disadvantage is that it starts vegetation rather late in spring and stops growing early in autumn leaving behind a yellow field what spoils the aesthetic appearance of the football field. This can, however, be prevented by regular seeding, fertilizing etc. done in due time to exert an influence on species aggressive in winter like *Poa annua*.

Poa annua is very sensitive to drought and heat as it completely disappears in such conditions. But it is very sensitive to moist as well, when it grows poorly, does not bloom and grows yellow. Owing to its delicate structure it is very sensitive to injuries done by football boots. However, its big aggressiveness and fast renewal make up for the said disadvantage making this species one of the most resistant grasses to treading and other unfavourable conditions. It is complemented with *Cynodon dactylon* and *Lolium perenne* very well, these two species serving as building material for the grass cover, i. e. to harden it.

Agrostis stolonifera prorepens requires humid and colder regions. It dries up entirely during summer to appear again only in autumn. In our climate we always find this grass in smaller percentage in depressive oases where the field drain-

nage is poor. Since it is very delicate and sensitive to climatological conditions and treading, this species cannot be taken into account for football fields.

Festuca rubra appears on all football fields in small percentage. It does not abide treading and humid conditions in winter.

Trifolium repens is found on all football fields despite of its inaptness for this purpose because of the danger of sliding and its aggressiveness toward species suppressed by it in very dry and very wet conditions. In the extremely wet 1972 we faced a great problem in connection with this species as it was growing on some fields in such quantities that other grasses were choked / more than 20% in depressive oases on the stadium in Novi Sad /.

Intensive growth of weed, particularly of *Taraxacum officinale*, *Plantago major*, *Bellis perennis* was noticed in spring and autumn. In extremely wet conditions a heavy invasion of weed is felt among which the foxtail millet was the most aggressive.

Summary

Sport fields in Yugoslavia have been built of natural turf for what reason they keep autochthonous characteristics. They have been exposed to permanent climatological conditions as no special and expressive artificial conditions were created, what exerts a direct effect on the variability of botanical composition of the turf.

The predominant components on sport fields are *Poa pratensis*, *Lolium perenne*, *Cynodon dactylon* and *Poa annua*.

The best component for a football field is *Poa pratensis*, *Poa annua* and *Lolium perenne* when in combination with *Cynodon dactylon* show far better properties than when combined with other species. In mediterranean areas the combination of *Cynodon dactylon*, *Poa annua* and *Lolium perenne* gives particularly good results with *Cynodon dactylon* dominating in summer, *Poa annua* in winter, whereas in cool and wet conditions *Poa annua* and *Lolium perenne* give a good combination.

Zusammenfassung

Sportfelder in Jugoslawien sind mit natürlichem Rasen hergestellt worden, so daß sie einen ursprünglichen Charakter aufweisen. Sie waren im Laufe der Entwicklung dominierend den langfristigen klimatischen Bedingungen ausgesetzt, da keine besonderen und bedeutenden künstlichen Einwirkungen erfolgten, so daß eine direkte Einwirkung auf die Variabilität der botanischen Zusammensetzung des Rasens besteht.

Die vorherrschenden Grasarten der Sportfelder sind *Poa pratensis*, *Lolium perenne*, *Cynodon dactylon* und *Poa annua*. Die beste Komponente für ein Fußballfeld ist *Poa pratensis*. *Poa annua* und *Lolium perenne* eignen sich zusammen mit *Cynodon dactylon* besser als mit anderen Arten. Vor allem im mediterranen Bereich für die Kombination von *Cynodon dactylon*, *Poa annua* und *Lolium perenne* zu guten Ergebnissen, da *Cynodon dactylon* im Sommer und *Poa annua* im Winter dominiert, während unter kühlen und feuchten Bedingungen *Poa annua* zusammen mit *Lolium perenne* eine gute Eignung besitzt.

Die eiserne Mannschaft – Stollenwalze als Pflegegerät für Rasensportplätze

W. Versteeg, Arnhem/Niederlande

Bei der Wahl von Grasarten und -sorten, mit denen ein Rasensportplatz eingesät werden soll, gelten Strapazierfähigkeit und Ausdauerfähigkeit als erste Voraussetzungen. Deshalb sind nicht strapazierfähige Gräser wie Rotschwengel (*Festuca rubra*), Jähriges Rispengras (*Poa annua*), Gemeine Risppe (*Poa trivialis*) u. a. zur Verwendung als Sportplatzgräser ungeeignet. Zu den geeigneten Grasarten für Rasensportplätze dürfen dagegen in den Niederlanden, in Westdeutschland und in anderen direkten Nachbarländern an erster Stelle gute Sorten von Wiesenrispe (*Poa pratensis*), Lieschgras (*Phleum*), Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*) und/oder Kammgras (*Cynosurus cristatus*) gerechnet werden. In den Niederlanden hat man sehr gute Erfolge mit Deutschem Weidelgras erzielt und namentlich in Deutschland verwendet man an seiner Stelle Kammgras. Das eventuelle Für und Wider des einen oder anderen Grases soll hier außer Betracht bleiben, weil dies im Rahmen des Themas „Die eiserne Mannschaft“ unwichtig ist. Sowohl Deutsches Weidelgras als auch Kammgras sind strapazierfähige Gräser, und es sind wahrscheinlich klimatologische Gründe, die bei der Artenwahl den Ausschlag geben.

Die Herstellung einer guten Rasendecke für Rasensportplätze bereitet heute keine großen Probleme. Ausschlaggebend ist die Zusammensetzung der Samenmischung und die zur



Die eiserne Mannschaft: „Eine Stollenwalze“ im Betrieb auf dem Rasenversuchsfeld der Niederländischen Sportfederation

Mischung gehörende Saatmenge pro Hektar. Bei einer Ansaatmischung, die 10 % Lieschgras enthält, sollte die Aussaatmenge nicht mehr als 100 bis 120 kg/ha betragen, da der Anteil an Lieschgras im Bestand andernfalls zu hoch würde. Für Mischungen mit etwa 30 % schnellkeimenden Grasarten wie Deutsches Weidelgras und/oder Kammgras neben langsam keimender Wiesenrispe darf die Aussaatmenge gleichfalls nicht über 120 bis 140 kg/ha liegen, weil die erwähnten schnellkeimenden Gräser die Wiesenrispe in ihrer Entwicklung stark behindern.

Sofern das Saatgut sorgfältig verteilt ausgebracht und nicht durch eine Nachbearbeitung, z. B. Eggen, in Reihen gezogen wird, sind die Mischungskomponenten nach einigen Monaten in einem gut entwickelten Rasenbestand deutlich festzustellen. Sofern allerdings keine sorgfältige Saatgutausbringung erfolgt oder der Keimvorgang sich infolge Trockenheit oder niedriger Temperatur verzögert, treten „fremde“ Gräser, wie Jährige Risppe, rasch in den Vordergrund. Die Jährige Risppe gilt hierbei als nicht strapazierfähiges Gras, das also nur für wenig belastbare Rasenflächen in Betracht kommt.

Um eine gute Rasendecke herzustellen und zu erhalten sowie das Eindringen nicht strapazierfähiger Fremdgräser zu verhindern, sind folgende Voraussetzungen zu berücksichtigen bzw. zu schaffen:

1. Richtige Ansaatmischung,
2. Günstige Gestaltung der Wachstumsverhältnisse der strapazierfähigen Gräser,
3. Verhinderung der Entwicklung nicht strapazierfähiger Gräser.

Zu 1:

Diese Frage kann kurz abgehandelt werden, da darüber inzwischen genügend Kenntnisse bestehen und Publikationen vorliegen. Es soll lediglich auf die Verwendung oder Nichtverwendung von Rotschwengel eingegangen werden.

Rotschwengel ist nicht trittfest und wird bei richtiger Düngung infolge Konkurrenzschwäche von anderen Gräsern verdrängt. Nur dort, wo schlecht gedüngt und wenig gespielt wird, kann sich Rotschwengel behaupten und ausbreiten, im letzten Fall u. a. auf Kosten von Deutschem Weidelgras und von Wiesenrispe. Für die Niederlande ist der Nutzen von Rotschwengel in Sportplatzansaaten damit unbedeutend, ohne zu berücksichtigen, daß Rotschwengel in einer Sportplatzmischung schädlich sein könnte.

Zu 2:

Es ist bekannt, daß Deutsches Weidelgras und Wiesenrispe, in etwas geringerem Maße auch Kammgras, sich erst dann gut entwickeln, wenn eine genügende Nährstoffversorgung erfolgt. Weil das abgemähte Gras in den wenigsten Fällen von der Rasensportfläche abgeräumt wird, ist der Nährstoffentzug gering. Darüber hinaus ist namentlich der Phosphorsäure- und Kalibedarf der Gräser nicht hoch. Folglich erfordern nicht diese Elemente das besondere Interesse bei der Rasendüngung, sondern der Stickstoff. Auch die Tatsache der leichteren Stickstoffauswaschung zwingt dazu, bei der Düngung von Rasensportplätzen an erster Stelle an Stickstoff zu denken. Zu einer guten Rasenpflege gehört für niederländische Verhältnisse eine Stickstoffdüngung von 140–200 kg/ha, die von März bis Anfang Oktober in 5 bis 6 Teilgaben auszubringen ist.

Zu 3:

Nicht strapazierfähige Gräser entwickeln sich bekanntlich auf wenig belasteten, aber regelmäßig-häufig gemähten Rasenflächen stark. Fast alle Rasensportplätze, die wenig benutzt werden, haben auch eine schwache Rasendecke. Ferner findet man vor allem an den Seitenlinien und Ecken der Sportplätze eine leicht verletzbar Rasendecke vor. In den Torräumen ist die Rasendecke dagegen wegen allgemeiner Überbeanspruchung schwach oder sogar nicht mehr vorhanden.

Im Frühjahr dringt dann das frühkeimende Jährige Rispengras, das in seiner Entwicklungsschnelligkeit allen anderen Gräsern voraus ist, ein und breitet sich mit Beendigung der Spielsaison, d. h. in der Spielpause, stark aus. Zwar erfolgt in vielen Fällen bei gestörten Torräumen ein Nachsäen, der größte Teil des sich entwickelnden Grasbestandes entfällt jedoch auf Jährige Rispe.

Die Wachstums Voraussetzungen für Gräser wie Jährige Rispe, Rotschwingel, Straußgras, Gemeine Rispe usw. sind von März bis September optimal, um in Rasensaatungen einzudringen oder sich auszubreiten. Dieser Vorzug wird durch den Wechsel von Belastungs- und Ruheperioden eines Sportplatzes, vor allem durch die Ruhezeit im Sommer, noch gefördert. Im Laufe einiger Jahre läßt sich dann feststellen, wie gute Rasendecken zu Rasen niederer Qualität entarten.

Eine Grasart, die so ausdauerfähig und konkurrenzstark wäre, um allein eine gute Narbe zu bilden und erhalten zu können, gibt es nicht und es ist auch nicht denkbar, daß eine derartige Rasennarbe züchterisch zu schaffen wäre.

Auf den Versuchsfeldern in den Niederlanden, z. B. beim Instituut voor Rassenonderzoek (IVRO) Wageningen, bei der

Niederländischen Sportfederation (NSF) oder bei den Gräserzüchtern sowie auf vielen Sportplätzen stellt man immer wieder fest, daß sich andere Gräser in jeder beliebigen Rasennarbe ansiedeln.

Bei Strapazierfähigkeitsprüfungen mit Hilfe einer Stollenwalze ergibt sich ganz klar, daß sich nur gute, strapazierfähige Gräser behaupten. Sofern unerwünschte Grasarten bekämpft werden sollen, dann muß das dort geschehen, wo sie sehr anfällig sind, ferner zu einem Zeitpunkt, wo ihr Anteil noch nicht zu hoch, gute Gräser aber noch genügend vorhanden sind. Es gibt genügend Beispiele dafür, daß dort, wo eine regelmäßige Belastung stattfindet, wo regelmäßig mit dem Rasenmäher gefahren oder gewendet wird, sich die Gräser Wiesenrispe und Deutsches Weidelgras gut behaupten, während besonders die Jährige Rispe und Rotschwingel keine Chance haben, sich festzusetzen.

Weiterhin stellen wir auf den Rasenversuchsfeldern, wo eine Stollenwalze verwendet wird, fest, daß Gräser wie Deutsches Weidelgras und Wiesenrispe eine dichtere Rasendecke als auf den unbewalzten Teilflächen bilden. Ferner ergibt sich, daß Gräser wie Jährige Rispe und Rotschwingel unter dem Einfluß der Stollenbewalzung eliminiert werden.

Hieraus dürfte gefolgert werden, daß Wiesenrispe und Deutsches Weidelgras nicht nur „strapazierfähige“ Gräser sind, sondern sich in einer Wachstumsperiode, selbst bei geringem Wuchs, auch besser im Sinne einer belastbaren Rasendecke entwickeln, wenn eine Beanspruchung erfolgt. Will man also eine gute Rasendecke erhalten oder in bestimmten Fällen gewinnen, dann ist der Zwang zur Benutzung der Rasenfläche auch im Sommer gegeben. — Da in den Niederlanden im Sommer Rasensport wie Fußball nicht betrieben wird, sollte man die Benutzung von Rasensportflächen mittels einer Stollenwalze nachahmen. Damit gewinnt die Stollenwalze den Charakter eines Pflegegeräts, das auf den Rasensportplätzen zur Erhaltung der Rasenqualität eingesetzt werden sollte.

Die Stollenwalze als Gerät bewirkt eine bessere Trittbeanspruchung als der Mensch sie vornimmt, so daß zu fragen wäre, ob nicht auch in den Wintermonaten die weniger bespielten Sportfeldteile an den Seitenlinien regelmäßig mit der Stollenwalze behandelt werden sollten. Dort, wo der Einfluß des Spielers ausbleibt, sollte die Maschine diese Aufgabe übernehmen.

Das „künstliche Betreten“ neu angesäter Torgebiete dürfte, vielleicht mit Ausnahme von Deutschem Weidelgras, dagegen Schwierigkeiten bereiten. Jedoch besteht die Möglichkeit, zur Erneuerung der Torräume gute Rasensoden zu verwenden.

Bau und Pflege von Rasensportplätzen befinden sich noch in der Entwicklung. Nachdem der Wert guten Saatgutes, ausreichender Düngung, regelmäßigen Mähens, das Belüften udgl. erkannt worden ist, wird man auch den Einsatz der „Eisernen Mannschaft“ bejahen müssen.

Zusammenfassung

Die Entwicklung und Erhaltung belastbarer Rasensportplätze setzt die Wahl geeigneter Ansaatmischungen und die Schaffung günstiger Wachstumsverhältnisse für die Rasendecke voraus. Darüber hinaus ist es notwendig, die Belastbarkeit strapazierfähiger Ansaaten durch künstliches Betreten auch zu Zeiten der Spielpause zu erhalten.

Versuchsergebnisse und Beobachtungen haben ergeben, daß die Qualität der Rasennarbe strapazierfähiger Gräser wie Wiesenrispe und Deutsches Weidelgras, durch Belastung in der Wachstumsperiode verbessert und von nicht strapazierfähigen Gräsern stärker freigehalten wird. Deshalb sollte das „künstliche Betreten“ von Rasensportplätzen in Zeiten der Spielruhe als Pflegemaßnahme betrachtet werden, während im Verlauf der Spielperiode die durch die spielerische Belastung weniger betroffenen Seitenflächen des Sportplatzes zum Ausgleich einer Stollenbewalzung zu unterziehen sind.

Summary

The development and maintenance of turf sports grounds which can stand wear and tear, requires the selection of suitable seed mixtures and the creation of favourable growth conditions for the turf sward. It is, moreover, necessary to maintain the possibility of wear and tear of highly durable seeds through artificial wear even at times when no games are played.

The results of experiments and observations have indicated that the quality of the turf sod of highly durable grasses, such as smooth meadow grass and perennial rye grass, is improved through wear and tear in the growth period and that it is kept more free from grasses which cannot stand wear and tear.

The "artificial use" of turf sports grounds should therefore, in times when no games are played, be considered as a maintenance measure, whereas in the course of the period when games are played, the side parts of the sports ground which are less used when games are played, should, as a balance, be pressed by a roller.

Der Wunsch nach grünen Parkplätzen wird mit der Zunahme des Automobilverkehrs immer stärker. Besonders dort, wo für kurze Zeit eine große Anzahl von Autos untergebracht werden muß (Sportanlagen, Friedhöfe, Schwimmbäder), können Rasenparkplätze wirkungsvoller Bestandteil der Grünanlagen sein. Leider sind die Erfahrungen, die bisher gesammelt werden mußten, nicht immer befriedigend. Besonders bei starker Belastung nimmt die Dichte der Narbe rasch ab, der Rasen wird lückig und verschwindet häufig ganz.

Um zu untersuchen, welche der gebräuchlichsten Rasenparkplatzbefestigungen bei intensiver Benutzung noch geeignet sind, wurde an der Bayerischen Landesanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Veitshöchheim ein Parkplatz mit fünf verschiedenen Parzellen angelegt und über eine Dauer von vier Jahren beobachtet.

Anlage

Auf wasserdurchlässigem Untergrund wurde eine 3 cm dicke Speicherschicht aus Torf und sandigem Kompost (Verhältnis 1 : 1) aufgetragen. Die Steine konnten direkt auf dieser profilgerecht einplanierten Schicht verlegt werden. Die Erdkammerfüllung erfolgte mit dem gleichen Substrat; das Gewicht des Materials betrug 0,75 t je m³ in erdfeuchtem Zustand. Eingesät wurden 20 g/m² folgender Mischung:

30 % *Festuca rubra commutata*, Sorte Topie

30 % *Festuca rubra rubra*, Sorte Oase

20 % *Poa pratensis*, Sorte Merion

20 % *Agrostis tenuis*, Sorte Highland Bent

Pflege und Belastung

Die Flächen wurden täglich (außer Samstag und Sonntag) beparkt. Bei dieser Belastung waren bei einer Düngermenge von 30 g N je m² jährlich 25 Schnitte erforderlich.

Mit folgenden Materialien konnten Erfahrungen gesammelt werden:

1. Fahrbahn- und Böschungsplatte aus Ziegelsplittbeton

Diese ursprünglich für Böschungsbefestigungen entwickelte Platte besteht aus einem Beton, dessen Zuschläge gemahlene Ziegelsplitt enthalten. Die Platten weisen relativ große Einzellöcher auf (10 x 10 cm) und sind deshalb ziemlich unbequem zu begehen. 40 % der Fläche stehen für die Raseneinsaat zur Verfügung.

Nach anfänglich sehr guter Entwicklung erreichte die Rasenarbe eine Bedeckung der Fläche von ca. 70 %. Bei Trockenheit und besonders an den Fahrspuren beschränkte sich das Rasenwachstum auf die Erdkammern. Die breiten Stege der Platten wurden nie überwuchert. Das Substrat wies nach der Auswertung eine Rohwichte (= Gewicht des Substrates einschließlich der Hohl- und Porenräume) von 1,3 auf. Infolge der hohen Verdichtung des Materials in den Erdkammern, war eine Durchwurzelung der Speicherschicht nicht möglich.

Bei den Gräsern setzten sich bestandsbildend *Festuca rubra* sowie *Poa pratensis* durch. *Agrostis tenuis* war fast völlig verschwunden.

Beurteilung: Bei sehr intensiver Pflege und geringer Belastung noch brauchbar.

2. Pflasterrasen

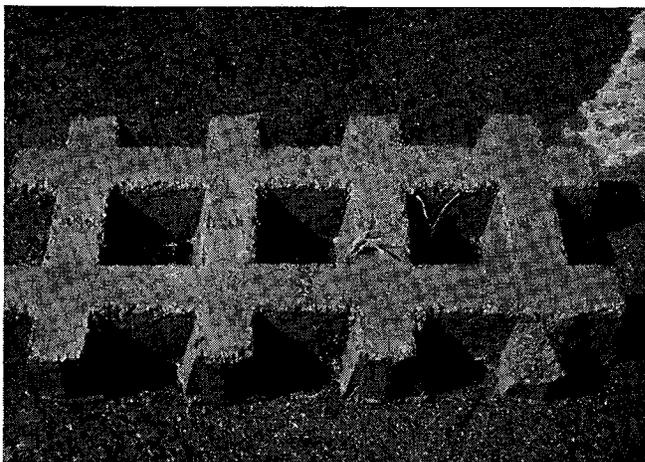
Hier stehen als Einsaatfläche lediglich die Fugen zwischen den Steinen zur Verfügung. Trotzdem entwickelte sich bis zur ersten Belastung eine geschlossene Rasennarbe, die ca. 90 % der Fläche überdecken konnte.

Die Bewuchsdichte ließ jedoch während der Beobachtungsdauer, besonders an den Fahrspuren, laufend nach. Bei Trockenheit und Nässe reagierte diese Parzelle besonders ungünstig. Durch die Keilform der Pflastersteine war das Substrat auf eine Rohwichte von 1,8 verdichtet worden. Das Oberflächenwasser konnte deshalb nicht mehr versickern.

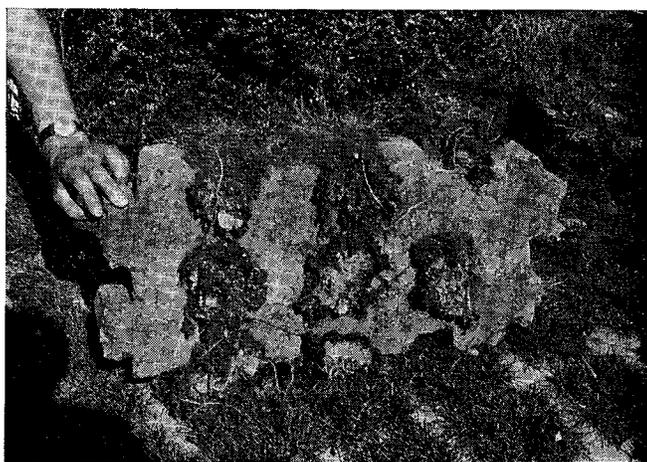
Die ursprünglich eingesäten Rasengräser hielten nicht durch. Bestandsbildend trat *Poa annua* auf.

Beurteilung: Für starke Belastung nicht geeignet

1. Die Fahrbahnplatte aus Ziegelsplittbeton ist unbequem zu begehen.



2. Das Wurzelwachstum bei der Fahrbahnplatte ist auf die Erdkammern beschränkt.





3. Rasengitterstein aus Beton

Der Anteil der Rasenfläche liegt bei diesem Stein mit ca. 50 % sehr hoch. Dabei ist die Verteilung von Betonsteg und Erdkammer so günstig, daß während der Beobachtungsdauer ein gleichmäßiges Überwuchern der Fläche von ca. 90 % erreicht werden konnte.

Die schlitzförmig angeordneten Löcher (7 x 1,5 cm) gestatten ein sehr bequemes Begehen und sind auch für die geringe Verdichtung der Vegetationsschicht (gemessene Rohwichte 1,1) verantwortlich. Die Begrünung erfolgt rasch und bleibt auch bei Belastung, Trockenheit und Nässe gleichmäßig. Fahrspuren sind kaum feststellbar. Die Speicherschicht wird intensiv durchwurzelt.

Als bestandsbildendes Gras hat sich hier besonders *Poa pratensis* behauptet.

Beurteilung: Für starke Belastung geeignet.



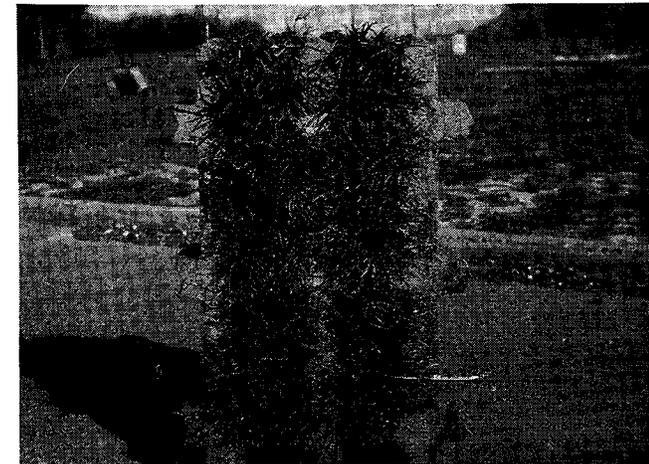
4. Verbund-Rasensteine

Der Stein bringt eine Reihe von ungünstigen Eigenschaften für diesen Verwendungszweck mit. So beträgt der Lochanteil nur 27 %. Außerdem weist er relativ große Einzellöcher (ca. 10 x 4 cm) auf. Dadurch kann der Druck der Fahrzeugreifen direkt auf das Substrat übertragen werden. Die hohe Rohwichte von 1,4 ist sicher darauf zurückzuführen.

Der eingesäte Rasen konnte maximal 60 % der Fläche überwachsen. Bei Trockenheit oder Nässe sank der Anteil auf 40 %. Die Stege der Steine blieben immer sichtbar. Eine Durchwurzlung der Speicherschicht wurde nicht beobachtet. Die Fahrspuren verunkrauteten besonders stark.

An Gräsern behauptete sich in geringen Mengen *Poa pratensis*, überwiegend war jedoch auch hier *Poa annua* vertreten.

Beurteilung: Für starke Belastung nicht geeignet.



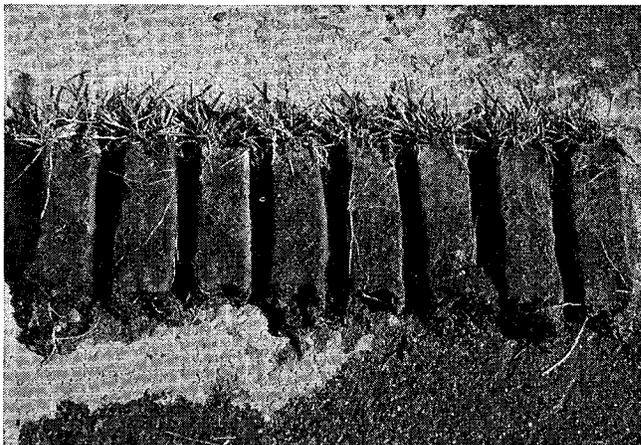
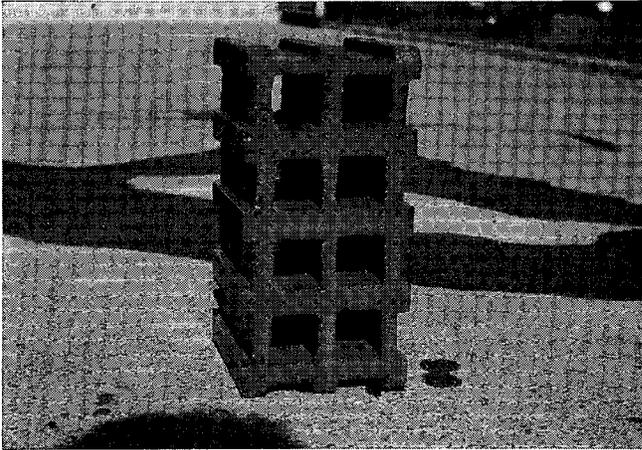
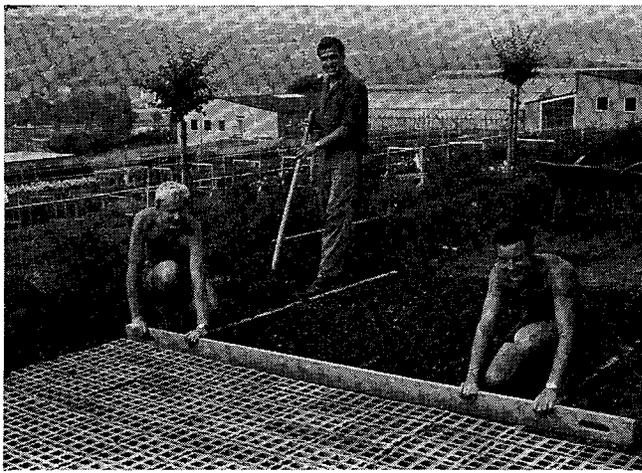
5. Rasenziegel

Es handelt sich hier um einen Vormauerziegel, der speziell für diesen Vergleich entwickelt wurde und im Handel noch nicht erhältlich ist. Der Stein ist mit 16 cm doppelt so dick wie die bisher genannten Materialien. Bei der Prüfungsstelle wurde durch Laborversuche eine durchschnittliche Druckfestig-



Zu den Bildern auf dieser Seite von links oben nach rechts unten

3. Lückenhafte Rasennarbe bei Kleinsteinpflaster.
4. Die Durchwurzlung im Kleinsteinpflaster reicht nur wenige Zentimeter tief.
5. Hier ist die Betonfläche zu groß!
6. Der Rasengitterstein bringt sehr gute Voraussetzungen mit.
7. Die Rasenfläche beim Betongitterstein wirkt auch bei starker Belastung gleichmäßig.



keit von 500 kp/cm² sowie ausreichende Frostfestigkeit ermittelt. Das Luftporenvolumen des Ziegels ist mit 8% sehr hoch. Bei relativ kleinen Einzellöchern (4 x 4 cm) erreicht der Stein einen Gesamtlochanteil von 45%.

Die Entwicklung der Rasennarbe kann als sehr gut bezeichnet werden. Die Bewuchsdichte betrug ca. 95%. Die Steinstege werden so gut überwuchert, daß die Befestigung nicht mehr sichtbar ist. Die Begrünung bleibt gleichmäßig, Fahrspuren sind kaum zu beobachten.

Infolge der geringen Verdichtung des eingefüllten Substrates (gemessene Rohwichte 0,95) sowie des hohen Luftporenvolumens des Ziegels war eine sehr tiefreichende Wurzelbildung möglich. Die Speicherschicht war völlig durchwurzelt! Besonders bei extrem trockener Witterung blieb die Rasennarbe deshalb frischgrün und geschlossen. Schäden am Ziegel durch Frosteinwirkung oder Wurzelsäuren konnten bisher noch nicht festgestellt werden.

Bei den Gräsern dominierte *Poa pratensis* sehr deutlich. In geringen Mengen kamen jedoch auch *Festuca rubra* und *Agrostis tenuis* vor.

Beurteilung: Für starke Belastung gut geeignet.

Zusammenfassung

Besondere Aufmerksamkeit sollte man in Zukunft dem Porenvolumen des eingefüllten Substrates widmen. Bei der Auswahl der Materialien für die Vegetationstragschicht müssen Stoffe verwendet werden, die auch nach einer gewissen Verdichtung noch eine genügend hohe Speicherkapazität besitzen. Bei intensiver Pflege ist es durchaus möglich, Rasenparkplätze zu schaffen, die trotz täglicher Benutzung auch als Grünflächen funktionsfähig sind.

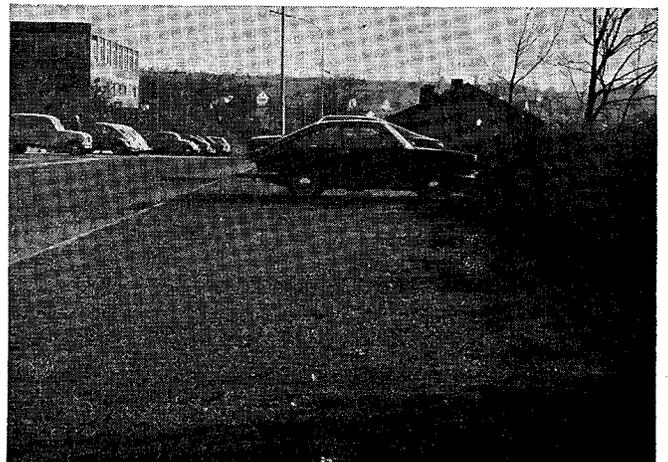
Summary

Special attention should be paid in the future to the porous volume of the substrate poured in. When selecting materials for the layer carrying the vegetation, materials should be used, which, even after a certain densification still have a sufficiently high storing capacity. With intensive management it is certainly possible to create turf parking lots, which even though they are used daily, are functioning as greens.

Zu den Bildern auf dieser Seite von links oben nach rechts unten

8. Verlegen des Rasenziegels.
9. Nach 4 Jahren sind am Rasenziegel noch keine Beschädigungen festzustellen.
10. Der Rasen findet hier ideale Wuchsbedingungen.
11. Stark durchwuzelte Speicherschicht.
12. Der Rasen bedeckt fast völlig den Ziegel.

Aufnahmen: Kolb



Rasenregenerierung ohne Umbruch

O. Sauer, Saarbrücken u. E. Ebeling, Mainz

Im Rahmen von Versuchsarbeiten des Sonderausschusses für „Rasenpflege im öffentlichen Grün und Maschinenwesen“, der Deutschen Rasengesellschaft e.V. Bonn-Bad Godesberg, wurde im Herbst 1970 in den Saaranlagen in Saarbrücken der Versuch unternommen, eine von einem starken Frühjahrs-hochwasser erheblich in Mitleidenschaft gezogene Rasenfläche durch mechanische Behandlung zu regenerieren.

Das Hochwasser hatte 3–4 Tage bis zu 2 Meter hoch die 20 ha große Rasenfläche überflutet und starke Verschlammungen und Versandungen mit sich gebracht, die erst entfernt werden mußten, bevor eine ordnungsgemäße Pflege wieder möglich wurde. Erst nach 2½ Monaten zeigte sich ein schnittfähiger Rasendurchwuchs. Die ursprünglich intensiv genutzte Rasenfläche war mittlerweile zur bunten Blumenwiese mit allen mißlichen Begleiterscheinungen ausgeartet.

Eine weitere Folge der Überschwemmung war ein deutlicher Strukturwandel in der Artenzusammensetzung. Insbesondere rosettige Rasenunkräuter gewannen die Oberhand. In Anbetracht der Verhältnisse wurde ein vollständiger Umbruch mit Neueinsaat erwogen, da aber eine Regeneration dem Umbruch nicht nur aus finanzieller Sicht, sondern auch aus praktischen und pflanzenbaulichen Erwägungen vorzuziehen ist, nahm man das Angebot der Firma Landre und Glindermann an, eine neuartige Methode zur Rasenregenerierung vorzuführen. Vorher wurden auf der Gesamtversuchsfläche von 8000 qm Bodenproben entnommen, und mit dem Sudbury-Tester das bestehende Nährstoffdefizit ermittelt.

Es ergaben sich folgende Mittelwerte:

pH-Wert	6,75
Stickstoff	C 4 Teile = 80 kg/ha
Phosphor	E 10 Teile = 200 kg/ha
Kali	C 8 Teile = 160 kg/ha

Demzufolge wurde ungefähr 6 Tage vor Versuchs-anwendung eine Vordüngung mit 25 g/qm Nitrophoska vorgenommen, desgleichen eine intensive kreuzweise Aerifizierung mit Hohlzinken. Zusätzlich erfolgte eine Unkrautbekämpfung selektiv mit Rasen-CERTROL DP, insgesamt 9 kg/ha in Brühe.

Die eigentliche Regenerierungsmaßnahme wurde am 14. 9. 1970 mit dem Sisis-Contravator, kombiniert mit einer Lespred-Sämaschine, angetrieben von einem 40PS Schlepper, durchgeführt.

Der Contravator ist ein Rotationssaatbeetaufbereiter, der an die Dreipunktaufhängung einer Schlepperhydraulik angebracht wurde. Der mit Zinken versehene Rotor wird eine Gelenkwelle von der Zapfwelle des Schleppers angetrieben. Die Zinken sind so angebracht, daß sie im Abstand von 10 cm Rillen in die Bodenoberfläche schneiden. Zur Erneuerung des Rasens wird der Contravator mit der Lespred-Sämaschine zusammengekoppelt. Die Särohre dieser Maschine haben einen Abstand von ebenfalls 10 cm und werden so eingestellt, daß sie genau über den vom Rotor geöffneten Saattrillen laufen.

Der Auflockerungseffekt ist abhängig von der Anwinkelung des Rotors zur Fahrtrichtung. Die Arbeitsbreite beträgt 1,80 m.

Die Nach- und Zwischensaat setzte sich aus folgender Reinsaatmischung zusammen:

30 % Festuca rubra commutata
15 % Festuca rubra eurubra
20 % Festuca ovina
20 % Poa pratensis
15 % Agrostis tenuis

Aussaatsmenge: 16 g/qm

Nach Durchführung der Regenerationsmaßnahme mußte das bei der Arbeit des Contravators herausgeschnittene Querwurzelwerk abgeräumt werden. Der Versuchserfolg war trotz der relativ späten Jahreszeit frappierend. Es bildete sich sehr schnell wieder eine geschlossene Rasennarbe. Im Herbst 1970 wurde der Rasen nicht mehr geschnitten. Die Beurteilung der Rasendecke im Frühjahr 1971 erbrachte beste Ergebnisse.

Die Gesamtkosten für diese Regenerierungsmaßnahmen beliefen sich einschließlich aller Leistungen und Materiallieferungen, mit Ausnahme der Gestellung des Contravators, aber incl. Leihschlepper auf DM 1545,25. Dies ergibt einen Kostensatz von ca. 20,8 Pfg./qm.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

Das Ergebnis des Versuches war überzeugend. Eine Rasenerneuerung mit diesen Geräten ist wenig zeitaufwendig. Das Auflaufen des Saatgutes erfolgte durch die gleichmäßige Verteilung und die Ausbringung in die gleiche Tiefe auch gleichmäßig und gewährleistet bei intensiver Durchführung der dann erforderlichen Pflegemaßnahmen einen guten Erfolg. So ist es möglich, stark abgenutzte und strapazierte Rasenflächen in wenigen Monaten zu regenerieren.

Zusammenfassung

Auf von Hochwasser stark beeinträchtigten Rasenflächen wurde eine Rasenregenerierung ohne Umbruch durchgeführt. Anstatt eines möglichen Umbruchs kamen folgende Maßnahmen zur Anwendung: Düngung mit einem landwirtschaftlichen Volldünger, Unkrautbekämpfung durch Spritzung mit einem selektiv wirkenden Präparat, Einsatz eines Rotations-saatbeetaufbereiters (Sisis-Contravator) sowie Nachsaat mit einer Aussaatstärke von 16 g/m².

Das Ergebnis des Versuches war überzeugend. Eine Rasenregeneration nach diesem Verfahren ist wenig zeitaufwendig. Das Auflaufen des Saatgutes erfolgte durch die einheitliche Verteilung gleichmäßig. Zu dem Erfolg hat ebenso die ausreichende Düngung sowie die dann erforderlichen Pflegemaßnahmen beigetragen. So ist es möglich, stark abgenutzte und strapazierte Rasenflächen in wenigen Monaten zu regenerieren.

Summary

On turfs, highly damaged by floods, a turf regeneration was carried out, without ploughing. Instead of ploughing, the following measures were used: fertilization with an agricultural complete fertilizer, control of weeds by spraying with a chemical that acted selectively, the utilization of a rotation seed bed preparator (Sisis-Contravator), followed by sowing with a seed density of 16 g/m².

The result of the experiment convinced. The regeneration of the turf is less time-consuming when applying this method. The seed germinated uniformly due to an equal distribution. But the success was also due to sufficient fertilization as well as to appropriate follow-up measures. This provides the possibility of regenerating, within a few months, highly worn and highly torn turfs.

Rasengras: Wissenschaft und Kultur (Turfgrass: Science and Culture) von James B. BEARD, 1972, 658 Seiten, Verlag Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J. 67632.

Nachdem im Jahre 1969 das im Weltmaßstab erste wissenschaftliche Gesamtwerk „Turfgrass Science“ von HANSON u. JUSKA unter der Mitwirkung von annähernd 40 kompetenten Fachautoren herausgegeben wurde, ist im November 1972 nunmehr ein weiteres Werk über die wissenschaftlichen Grundlagen und die Kultur von Rasen erschienen. Der Autor dieses Buches, James B. BEARD, Professor für Physiologie, Ökologie und Kultur der Rasengräser an der Purdue-University in Michigan, war bereits an der Bearbeitung von „Turfgrass Science“ beteiligt; er wurde in Europa als Chairman der 1969 in Harrogate/England veranstalteten First International Turfgrass Research Conference bekannt, in deren Anschluß er im Rahmen einer European Tour mit seinen Kollegen u. a. Rasenobjekte in Schweden, Dänemark, den Niederlanden sowie in Gießen besichtigte.

Turfgrass: „Science and Culture“ ist streng gestützt auf wissenschaftliche Grundlagen, mehr als Hilfe zur praktischen Anwendung gedacht. Es enthält Angaben über Wachstum und Entwicklung von Rasengräsern, ihre Anwendung für warme und gemäßigte Gebiete, ihre Eigenschaften einschl. des Verhaltens in Mischungen, eine Übersicht über die Umweltfaktoren Licht, Temperatur und Wasser sowie Luft, Boden und Belastung in ihrer Einflußnahme auf die Rasengräser, es behandelt die Gesichtspunkte der Rasenpflege wie Schnitt, Düngung, Beregnung und Regeneration und beschäftigt sich ausführlich mit der Anlage aller Rasenflächen einschl. Bodenverbesserung, Anspritzverfahren und Fertigrasengewinnung. Ein abschließendes Kapitel ist den Rasengräserkrankheiten und -schädlingen sowie den Rasenunkräutern gewidmet.

Das vorliegende Werk zeichnet sich neben der guten Verbindung von naturwissenschaftlicher Grundlage und praktischer Ausrichtung durch eine klare Gliederung, eine sinnvolle Illustration und einen jeweils sachlich, kurzgefaßten Text aus. Es schließt — auch im europäischen Raum — für alle diejenigen eine bestehende Informationslücke, die für das neue Wissenschaftsgebiet „Rasen und Rasengräser“ nicht nur Rezepte erwarten. (W. Skirde, Gießen)

Gräser auf Hochwasserschutz-Deichen (Ungarn); F. GRUBER; *Bewässerungswirtschaft* VIII, 15—26, Szarvas 1970.

Es wird über ein Forschungsgebiet berichtet, das mit zunehmender Verbreitung wasserwirtschaftlicher Erdbauten an Bedeutung gewinnt.

Nach 4-jähriger Versuchsdurchführung mit verschiedener Düngung und Pflege stellte sich bei der Mehrzahl der 372 Versuchspartellen eine totale Bestandsumwandlung von Obergräsern zu Untergräsern ein. Dabei traten *Festuca rubra* und *Poa pratensis angustifolia* auch auf den trockensten Damnteilen in den Vordergrund.

Als Schlußfolgerung der Versuche werden Ansaatempfehlungen zugunsten solcher rasenbildenden Arten gegeben, die einen feinblättrigen, dichten Bestand ausbilden und eine genügende Reißfestigkeit aufweisen. (W. Skirde, Gießen)

Einfluß von N-Quelle und K-Menge auf Bodennährstoffgehalt, Wachstum und Zusammensetzung von *Agrostis-Pennncross* (Effect of N Source, K Source and K Rate on Soil Nutrient Levels and the Growth and Elemental Composition of *Pennncross* Creeping Bentgrass, *Agrostis palustris* Huds.). D. V. WADDINGTON, E. L. MOBERG, and I. M. DUICH; *Agronomy J.* 64, 562—566, 1972.

In einem 4jährigen Versuch wurde der Einfluß von 5 N-Quellen, 2 K-Quellen und 3 K-Mengen auf Bodennährstoffgehalt, Wachstum und chemische Zusammensetzung von *Agrostis palustris-Pennncross* ermittelt. Die Phosphorsäure- und Magnesiumgehalte des Bodens wurden durch Milorganite als N-Quelle erhöht, KCl-Gaben erhöhten den K-Gehalt und verringerten den Gehalt an Mg und Ca leicht. Pflanzenanalysen ergaben den höchsten N-Gehalt bei Düngung mit Urea, den geringsten N-Gehalt mit Agrinite, den höchsten P-Gehalt mit Milorganite. Kalidüngung erhöhte den Kaligehalt des Schnittgutes, verringerte aber den Anteil an N, Ca, Mg, Mn und Na.

Im allgemeinen wurden die Schnittgutgewichte durch K-Dünger und K-Menge nicht beeinflusst, dennoch trat mit der Zeit eine gewisse K-Wirkung ein. (W. Skirde, Gießen)

Einfluß von Temperatur und Tiefe des Wasserstandes auf das Wachstum von Straußgras-Wurzeln (Effect of Temperatures and Water Table Depth on the Growth of Creeping Bentgrass Roots).

D. S. RALSTON and W. H. DANIEL; *Agronomy J.* 64, 709—713, 1972.

In mit Fein- und Grobsandgemischen gefüllten Gefäßen wurden Wasserstände von 11, 25 und 40 cm aufgebaut und 9 Wochen unter konstanten Temperaturverhältnissen von 15 und 30°C gehalten. Die Temperatur hatte den größten Effekt, indem die Wurzelbildung bei 15°C zunächst zwar langsam eingeleitet wurde, dann aber stetig fortschritt, während die Temperaturstufe von 30°C zwar anfänglich eine rasche Wurzelbildung einleitete, sie später aber stark bzw. ganz behinderte. Bei Wasserständen von 11 und 25 cm reichte das Wurzelwachstum in Grobsand tiefer, bei dem Wasserstand von 40 cm drang das Wurzelwachstum dagegen bei Feinsand tiefer in den Boden ein. (W. Skirde, Gießen)

Entwicklungstendenzen der Freiraumnutzung. W. DANZ; *Natur und Landschaft* 47, 314—316, 1972.

Nach dem Raumordnungsbericht der Bundesregierung von 1970 wurde bis zum Jahre 1980 ein Ausscheiden von rund 700 000 ha an landwirtschaftlicher Nutzfläche berechnet (nach Angaben des Beirats für Raumordnung betrug die gleiche Schätzung aus dem Jahre 1972 für 1985 bereits 3 Mill. ha). Danach ergibt sich die Frage nach der künftigen Flächennutzung bzw. -pflege.

Es werden Angaben über den Flächenbedarf für Siedlung und Verkehr sowie Freizeitaktivitäten gemacht, aus denen hervorgeht, daß der Freizeitflächenbedarf im Jahre 1980 etwa 1,6 Mill. ha betragen wird. Er wurde für 1970 bereits mit 650 000 ha angegeben.

(W. Skirde, Gießen)

38. Deutsche Pflanzenschutztagung in Berlin 1971. Mittlg. der Biol. Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 146, 1972. 277 Seiten. DM 22,—. Auslieferung durch Verlag P. Parey, Berlin.

Es handelt sich um den Abdruck der Vorträge in der Plenarsitzung und um Kurzreferate über diejenigen in den Sektionssitzungen. Besonders hervorzuheben sind für die Leser dieser Zeitschrift die Ausführungen des Präsidenten der Biologischen Bundesanstalt, G. Schuhmann, über die Möglichkeiten und Perspektiven eines umweltschonenden Pflanzenschutzes. Aus ökonomischen und arbeitswirtschaftlichen Gründen besteht der Zwang, Pflanzenkrankheiten und -schädlinge mit chemischen Mitteln zu bekämpfen. Der Verbrauch von ihnen sollte aber so gesteuert werden, daß die Gefahren für die Menschen, die Tiere und die Umwelt auf ein vertretbares Maß reduziert bleiben. Notwendig ist die Entwicklung neuer, umweltfreundlicherer Pflanzenschutzmittel. Ein Referat von Kloeke behandelt die Resistenz von Pflanzen gegen Immissionen, die von pflanzeigenen Faktoren, den Boden- und Klimaverhältnissen und der Art und Menge des einwirkenden Schadstoffes abhängig ist. Die weiteren Vorträge und Referate behandeln Fragen des Pflanzenschutzes in der Landwirtschaft, beim Vorratsschutz und Einzelfragen der Anwendung neu zugelassener Pflanzenschutzmittel. (P. Boeker, Bönning)

Beschreibende Sortenliste für Rasengräser 1973. Herausgeber Bundesortenamt Bemerode, Hannover. Alfred Strothe-Verlag Hannover. 89 Seiten.

Nachdem in der Bundesrepublik 2 Prüfungsserien der amtlichen „Besonderen Anbauprüfung für Rasengräser“ abgeschlossen worden sind und zwei weitere Versuchsanlagen in den beiden letzten Jahren erfolgten, legt das Bundesortenamt nunmehr die erste Beschreibende Sortenliste für Rasengräser vor. Sie wird von den interessierten Kreisen bereits dringend erwartet, zumal sich die neuen Fachnormen für den Landschafts- und Sportplatzbau, insbesondere DIN 18 917 Landschaftsbau-Rasen und DIN 18 035 Sportplätze-Rasenflächen, bei der Benennung von Regel-Saatgutmischungen auf wertvolle Rasenzuchtarten stützen. Deshalb ist in die betreffenden Normen ein Verweis auf die Beschreibende Sortenliste für Rasengräser mit Angabe der besonders zu beachtenden Sorteneigenschaften aufgenommen worden, während die Beschreibende Sortenliste wiederum von den in den Fachnormen charakterisierten Rasentypen und der Beurteilung der den Regel-Saatgutmischungen zugrunde liegenden Gräserarten ausgeht.

Diese erfreuliche gegenseitige Bezugnahme ergänzt die beiden angeführten Normen in sinnvoller Weise, sie erhöht aber auch die Anwendbarkeit der Beschreibenden Sortenliste für die großen „bauenden“ Saatgutverwender, also für planende Architekten, ausschreibende Behörden und ausführende Firmen, die damit mehr als nur eine amtliche Unterlage für eine gezielte Saatgutbestellung erhalten.

Für dieses Erstlingswerk wurde vom Bundesortenamt auch eine neue Form der Präsentation gewählt. So erfolgt die Beschreibung der Raseneigenschaften nicht in einer zwangsläufig oft schwerfälligen textlichen Fassung, sondern in einer tabellarischen Aufzählung der Merkmale mit entsprechender prägnanter Einstufung oder Bewertung. Dabei wurde eine Gliederung der Merkmale nach funktionellen Gruppen wie Anfangs- und Frühjahrsentwicklung, Farbe, Erscheinungsbild und Struktur des Rasens einschließlich Narbendichte und Verunkrautung, Wuchshöhe sowie Resistenzeigenschaften vorgenommen und jede Sorte auf einem eigenen Blatt aufgeführt. Vom Standpunkt des Verwenders von Rasensaatgut ist besonders der Versuch einer zusammenfassenden Sortenbewertung für die einzelnen Rasentypen zu begrüßen.

Die einzelnen Angaben werden abschließend durch einen Zahlenteil ergänzt, in dem die einzelnen Bonitierungsergebnisse aufgeführt sind. Hier finden sich auch einige Hinweise zum Wuchsverhalten der zu den auf Raseneignung geprüften Gräserarten gehörenden Futtersorten. Zu ihrer Verwendbarkeit — als Notbehelf oder für besondere Zwecke — wird kritisch Stellung genommen.

Mit der ersten Beschreibenden Sortenliste für Rasengräser liegt damit eine in Form und Inhalt wertvolle Unterlage vor, die künftig nicht nur durch ein anwachsendes Sortiment, sondern auch durch neu zu bewertende Eigenschaften zu erweitern ist.

(W. Skirde, Gießen)

Mitteilungen

**Aus der Arbeit der Deutschen Rasengesellschaft e.V.
Bonn, Kölner Straße 142-148**

Rasentagung in Mainz

Die diesjährige Mitgliederversammlung der Deutschen Rasengesellschaft e.V. war für viele der Mitglieder gegebener Anlaß, die in der Praxis anstehenden Rasenfragen ausführlich zu diskutieren.

Am 13. Februar in Mainz wiedergewählt wurde Professor Dr. P. Boeker als Vorsitzender, ebenso wie seine beiden Stellvertreter Professor Dr. W. Trautmann, Bonn - Bad Godesberg und Diplombgärtner Hansjörg Hunkler, Bonn - Bad Godesberg. Darüber hinaus sind im Vorstand weiterhin vertreten: Christoph Eisele, Darmstadt, Erich Frank, Steinach, Ewald Grundler, Steinach, Professor Dr. Hansen, Weihenstephan und Werner Michael, Lübeck. Neu im Vorstand der DRG sind: Alfred Karban, Dipl.-Ing. agr., Geschäftsführer des Verbandes der Deutschen Samenkaufleute und Pflanzzüchter E.V. (VDSP) in Bonn - Bad Godesberg und Manfred Strauss aus Pforzheim, Vorsitzender des Fachverbandes Garten- und Landschaftsbau (BGL) in Baden, seit 1972 Mitglied des Präsidiums des Bundesverbandes Garten- und Landschaftsbau.

Schon die Kandidatur der Vertreter des VDSP und des BGL bewies das Interesse berufsständischer Vertretungen an der Grundlagenforschung für die Anlage und Pflege von Rasenflächen der Deutschen Rasengesellschaft. War die Zusammenarbeit mit dem VDSP seit der Gründung der DRG sehr intensiv, so läßt die Vertretung des Bundesverbandes Garten- und Landschaftsbau im Vorstand der DRG weitere Initiativen im Rahmen der wissenschaftlichen Aufgabenstellung und Streuung der daraus gewonnenen Ergebnisse für die Praxis erwarten.

Um die wissenschaftliche Arbeit der Gesellschaft zu intensivieren und zu koordinieren, wurde in Mainz ein Ausschuß für Versuche und Forschungsvorhaben gegründet. In diesem Gremium finden die Leiter der einzelnen Institute, in denen Versuche der DRG angelegt sind, zusammen, darüber hinaus natürlich auch Spezialisten aus der Praxis, die auf dem Gebiet der Rasenforschung tätig sind. Ein Kreis, so wie wir meinen, der die Probleme kennt, sie mit Weitblick zu lösen versteht und die Ergebnisse der Praxis umgehend mitteilen kann.

Professor Dr. Boeker referierte über die vom Normenausschuß für Rasen und Sportplätze vorgelegten DIN-Normenentwürfe. Dabei, wie auch in der sich anschließenden Diskussion, wurde klar, daß die DIN-Normen nicht, wie vielfach angenommen, Gesetze für die Ausschreibungen im Garten- und Landschaftsbau sein sollten, sondern lediglich Empfehlungen und Richtlinien, die eine Auftragsgebung zur Anlage und Pflege von Rasenflächen erleichtern. Sieht man von einigen wenigen fachspezifischen Äußerungen ab, so war die Meinung festzustellen, daß DIN-Normen auch in diesem Bereich ihre Berechtigung finden werden.

Mit dem Referat von Hansjörg Hunkler über das Thema: „Landschaftsentwicklung und öffentliches Grün“ blieb die Tagung nicht speziell auf fachliche Einzelheiten ausgerichtet.

Hunkler beleuchtete in seinen Ausführungen die damit zusammenhängenden Aufgaben der berufsständischen Vertretung und berichtet, daß die Arbeitsgemeinschaft für Landschaftsentwicklung seit Jahren auf Landes- und Bundesebene mit Erfolg versucht, Einfluß auf die Landschaftsgestaltung sowie die Gestaltung von städtischen Freiräumen zu nehmen. Hunkler: „Sicher können wir durch noch so großen Schutz unserer Umwelt keine heile Welt bauen und ebenso sicher ist es nicht möglich, die zahlreichen Mängel und Fehler in allen Lebensbereichen durch Blumen und Grün oder durch andere „grüne Kosmetik“ zuzudecken. Trotzdem müssen wir zielbewußt und optimistisch überall da an der Verbesserung und Sicherung der Lebensgrundlagen und an der Entwicklung

der Landschaft und des öffentlichen Grüns mitarbeiten, wo wir die Verantwortung tragen und jeder an seinem Platz die Möglichkeit dazu hat.“ (H. Weber, Bonn)

Rasenseminar, 10. – 11. Mai 1973

Die Deutsche Rasengesellschaft e.V. veranstaltet in Bonn-Poppelsdorf, vom 10.-11. Mai 1973, ein Rasenseminar. – Tagungsort: Institut für Pflanzenbau, Bonn-Poppelsdorf, Katzenburgweg 5, Tel. 0 22 21 / 73 28 70.

Anmeldung an Deutsche Rasengesellschaft e.V., 53 BN - Bad Godesberg, Kölner Straße 142-148. Unterkunft vermittelt das Verkehrsamt Bonn, Tel. 0 22 21 / 83 05 40, unter dem Stichwort: „Rasen“.

Tagungsgebühr: DM 60,- (Städt. Sparkasse Bonn, Kto.-Nr. 1212 489) erbeten bis 2. Mai 1973.

PROGRAMM

Donnerstag, den 10. Mai 1973

- 9.00–12.00 Uhr „Der Rasen und seine Gräser“
Demonstrationen und Bestimmungsübungen.
– Prof. Dr. P. Boeker –
- 12.00–14.00 Uhr Mittagspause
- 14.00–15.00 Uhr „Grüner Rasen – richtige Düngung“
– Dr. Opitz v. Boberfeld –
- 15.00–16.00 Uhr „Rasenumkräuter und ihre Bekämpfung“
– Dr. Opitz v. Boberfeld –
- 16.00–18.30 Uhr Besichtigung der Versuchsflächen des Instituts für Pflanzenbau in Bonn
- 20.00 Uhr Gemeinsames Abendessen und gemütliches Beisammensein im Hotel Casselsruhe, Bonn-Venusberg, Tel. Nr. 28 10 35

Freitag, den 11. Mai 1973

- 8.30– 9.30 Uhr „DIN-Normen für Rasen“ Saatgut und Mischungen.
– Prof. Dr. P. Boeker –
- 9.30–10.30 Uhr „Technik und Rasen“
Maschineneinsatz bei der Anlage und Pflege.
– B. Hellstern, Glatt Post Horb. –
- 10.30–10.45 Uhr Pause
- 10.45–11.45 Uhr „Rollrasen erobert den Markt?“
– G. Büchner, Heidelberg –
- 11.45–13.00 Uhr Grundsätze für Aussaaten und Bepflanzungen an Verkehrswegen.
– Prof. Dr. W. Trautmann –

Englischer Rasen
auch in
Ihrem Garten?



Rasaflor

mit **Oscorna**

Dann haben Sie in kürzester Zeit trittfesten, dichten, gleichmäßigen, dunkelgrünen Rasen ohne Moos und ohne Unkraut. Denn eine Düngung mit Rasaflor wirkt sofort und langanhaltend, verdrängt jedes Unkraut und macht den Rasen resistent gegen Trockenheit. Rasaflor mit Oscorna bekommen Sie bei Ihrem Fachhändler.

Gutschein 305/4
für kostenlose Zusendung unserer Broschüren
„Düngetips“ und „Organisch düngen!“
(Auf frankierter Postkarte mit Absenderangabe:
CORNA-WERK 79 Ulm Postf. 905 einschicken.)

Versorgung mit Rasensaatgut im Frühjahr 1973

Wie in den vorangegangenen Jahren hat sich die Deutsche Rasengesellschaft nach Abschluß der Ernte- und Aufbereitungsarbeiten bei Züchtern und Produzenten erkundigt, wieviel Rasensaatgut im kommenden Jahr angeboten wird. Diese Übersicht hat den Sinn, möglichst objektive Orientierungshilfen denjenigen zu vermitteln, die die Anlage von Rasenflächen im kommenden Jahr planen oder durchführen. Diese Zusammenstellung hat allerdings nicht zum Ziel, einen Preisbericht zu geben.

Nach dem Saatgutverkehrsgesetz von 1968 darf bei den meisten Arten nur Saatgut von Sorten vertrieben werden, die amtlich registriert sind und in der Sortenliste stehen.

Ein saftig grüner trittfester Rasenteppich durch **MANNADUR**[®] Rasen-Volldünger Neu! Unkrauthemmend!

MANNADUR enthält die Nährstoffe und Spurenelemente in einem für den Rasen angepaßten Verhältnis. Es werden bevorzugt die für den Rasen wichtigen Untergräser ernährt und nicht die unerwünschten Pflanzen wie Klee, Löwenzahn, Gänseblümchen usw.

MANNADUR hat Depotwirkung, d. h. die Nährstoffe wirken durch die verschiedenen Grundrohstoffe schnell, gleichmäßig und lange anhaltend.

MANNADUR wirkt humusbildend, bodenverbessernd und belebend auf die Bodenbakterien, durch den hohen Anteil von organischen Bestandteilen (80–90 Prozent).

MANNADUR wirkt durch die Auswahl der verschiedenen Grundrohstoffe mild und bietet Schutz vor Überdüngung und Verbrennung.

MANNADUR hat eine hohe Wirtschaftlichkeit, da die organisch gebundenen Nährstoffe nicht ausgewaschen werden und voll den Gräsern zur Verfügung stehen. Ein häufiges Nachdüngen wird erspart.

MANNADUR enthält Eisensulfat. Eisensulfat unterstützt die Stickstoffwirkung hinsichtlich der Farbe und begünstigt die Gesamtentwicklung des Rasens mit unkrautverdrängender und mooshemmender Wirkung.

Für die Blumen-, Zier- und Gemüsepflanzen

MANNA-Spezial

der seit Jahrzehnten bewährte humusbildende **Gartenvolldünger**.



Verlangen Sie bei Ihrem Samen- oder Düngemittelhändler **MANNADUR** und **MANNA-Spezial** und achten Sie dabei auf das Warenzeichen.

M A N N A - Düngerwerk, 7403 Pfäffingen

Mitglied der Gesellschaft für Rasenforschung

1. Welche Sorten dürfen vertrieben werden?

Von den Arten Rotschwengel (*Festuca rubra*), Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne*), Lieschgras (*Phleum pratense*) und Wiesenrispe (*Poa pratensis*) darf nur Saatgut der eingetragenen Sorten verkauft werden. Neben diesen Arten sind für Rasenanlagen auch die Straußgräser (*Agrostis* mit Ausnahme von *Agrostis gigantea*), Kammgras (*Cynosurus cristatus*), Schafschwengel (*Festuca ovina*), Rasenlieschgras (*Phleum nodosum*) und einige andere Arten geeignet, die nicht primär in der Landwirtschaft genutzt werden. Von diesen Arten darf neben dem zertifizierten Sortensaatgut auch Handelssaatgut vertrieben werden. Wenn bei diesen Arten neue Sorten noch nicht in die Sortenliste eingetragen sind, kann Saatgut dennoch verkauft werden, sofern es als Handelssaatgut deklariert ist. Bei diesen Arten ist es also nicht notwendig, die vertriebsfähigen Sorten einzeln anzuführen.

a) *Festuca rubra* – Rotschwengel

Nicht für Futterzwecke bestimmte Sorten: Atlanta (H), Barfalla (H), Dawson (Z), Encota (H), Golfrood (H), Gracia (A), Koket (H), Lifalla (H), Linora (H), Lirouge (H), Noro (Z), Novorubra (A), Oase (Z), Odra (H), Rapid (A), Rasengold (H), Reptans (A), Ruby (A), Topie (H) sowie folgende Sorten ohne den Zusatz „nicht für Futterzwecke bestimmt“: Liebenziger (A), N.F.G. Theodor Roemer (A), Odenrot (A), Polo (A) und Roland 21 (A).

b) *Lolium perenne* – Deutsches Weidelgras

Nicht für Futterzwecke bestimmte Sorten: Gazon, Odina, Parcour, Pelo, Sportiva, Stadion und ohne Zusatz: Agresso, Angeliter Presto, Animo, Barenza, Barlatra, Barlenna, Barvestra, Combi, Havier, Hora, Houba, Liperlo, Mommersteeg's Weidauer, N.F.G., Odengrün, Odstein, Perma, Permo, Printo, Reveille, Semperweide, Splendor, Taptoe, Terhoy sowie Verna.

c) *Phleum pratense* – Lieschgras

Nicht für Futterzwecke bestimmte Sorten: Enola, King, Timo und ohne Zusatz: Erecta RvP, Heidemij, Heilbrink, Jaco, Kämpe, Kirsches Lauenauer, Landsberger, Lischower, Mahndorfer Lieschgras, N.F.G., Oberhaunstädter Lieschgras, Odenwälder, Phlewiola sowie Späths Lieschgras.

d) *Poa pratensis* – Wiesenrispe

Nicht für Futterzwecke bestimmte Sorten: Arista, Baron, Barones, Campus, Captan, Golf, Merion, Olympris, Prato, Späths Hohenheimer und ohne Zusatz: Apoll 31, Delft, Eska 46, Kahnstein, Ottos sowie Stola 310.

2. Versorgungslage

Obwohl die letzte Ernte nicht besonders gut ausgefallen ist und einige Sorten anscheinend nicht völlig ausreichend zur Verfügung stehen werden, so ist zu erwarten, daß die Preise für Rasenmischungen wahrscheinlich generell niedriger sind als 1972. Je nach der Zusammensetzung der Mischungen liegen die Abschläge zwischen 5 bis 20%. Diese Entwicklung ist wohl hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß die Saatgutproduktion subventioniert und die Importe liberalisiert wurden. Bei einigen Sorten wird es im Frühjahr wahrscheinlich zu Engpässen kommen, weil die Saatgutproduktion noch nicht ausreichte. Dies betrifft die spätschossenden Weidelgrassorten, aber auch eine ganze Reihe von Rotschwengelzüchtungen wie die Sorten Lifalla, Linora, Noro, Oase, Dawson, ferner die Schafschwengelsorten Biljart und Renova, die Straußgrassorte Enate sowie die Kammgrassorten Credo, Encresta und Roznovska.

- (A) = Ausläufer
(H) = Horste
(Z) = Zwischentyp

Anzeigenschluß

für die Nr. 2 von RASEN-TURF-GAZON
ist am 1. 6. 1973

Hortus Verlag GmbH, 53 BN - Bad Godesberg,
Rheinallee 4 b, Tel. 0 22 21 / 35 30 30

Bodenmodifikation für Rasensportflächen

W. Skirde, Gießen

Der Bau von Rasensportflächen bereitet in der Bundesrepublik Deutschland aus 3 Gründen besondere Schwierigkeiten:

1. weil die Hauptsportart „Fußball“ auch im Winter betrieben wird, wenn die Sportfläche, außer in Frostperioden, durch Wassersättigung des Bodens in ihrer Belastbarkeit eingeschränkt ist;
2. weil im Sommer ein zum Teil erhebliches Niederschlagsdefizit besteht, das zu einer Sicherstellung der Wasserversorgung zwingt, die aus den örtlichen Leitungsnetzen jedoch nicht immer und sehr bald häufig nicht mehr gewährleistet ist;
3. wegen der Notwendigkeit, bei den verbreitet vorkommenden undurchlässigen und versteineten Böden, die besonders bei Hanganschnitten auftreten, eine Dränschicht einzubauen.

Außerdem unterliegt der Rasen in den meisten Gebieten einer ausgeprägten Winterruhe, so daß in der Winterspielzeit über 3 bis 4 Monate ein kontinuierlicher Verschleiß der Rasendecke ohne Regenerationswuchs stattfindet.

Die Aufgabe des Baues von Rasensportflächen besteht unter diesen Bedingungen darin, einen Kompromiß zwischen genügender Wasserabführung bzw. Wasserdurchlässigkeit und ausreichender Wasserspeicherung zu finden. Sie kann nur gelöst werden, wenn möglichst alle Aufbauschichten einer Sportfläche zur Entwicklung der Rasendecke beitragen und das Wurzelwachstum nicht nur auf eine 10 bis 15 cm starke Vegetationsschicht beschränkt bleibt.

Hierzu haben die Untersuchungen der letzten Jahre folgendes ergeben:

1. Verbesserung des Baugrundes

Aus der landwirtschaftlichen Forschung ist die Beeinflussung des Wurzelwachstums, besonders durch Tiefendüngung, bekannt. Diesen Erkenntnissen folgend, wurde im April 1971 ein Versuch aufgenommen, um durch Anreicherung des Baugrundplanums mit verschiedenen Substanzen das Wurzelwachstum in tiefere Schichten anzuregen.

Hierzu wurden auf den verdichteten, steinigen Untergrund folgende Substanzen aufgebracht:

- 500 g/m² Agrosil
- 1000 g/m² Kalkstickstoff
- 1000 g/m² Thomasmehl
- 20 l/m² Hygromull
- 20 l/m² Torf
- 20 l/m² Vermiculit
- 15 l/m² Perlite.

Darüber erfolgte der Einbau einer 10 cm dicken Dränschicht aus Kies und einer gleich dicken Tragschicht aus

- 5 Teilen Sand (0/3)
- 1 Teil Torf
- 1 Teil Hygromull
- 1 Teil Perlite
- und Nährstoffen.

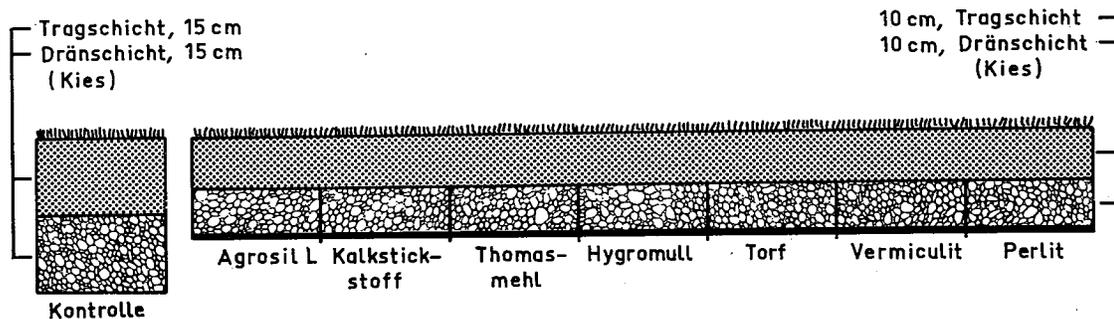
Als Kontrolle diente ein Aufbau mit einer 15 cm dicken Dränschicht und einer 15 cm dicken Tragschicht (Vegetationsschicht) gleicher Zusammensetzung (Darst. 1).

Die erste an der Rasendecke sichtbare Reaktion trat schon im Juli des ersten Versuchsjahres durch eine dunklere Rasenfarbe und einen größeren Rasenzuwachs bei Kalkstickstoff ein. Im zweiten Versuchsjahr lag der Rasenzuwachs dieser Variante gegenüber der Kontrolle um 15% höher und der Rasenaspekt war deutlich besser. Dieser Effekt hält nach 2 Jahren unverändert an.

Alle anderen Substanzen ergaben im Jahre 1972 gegenüber der dickeren Tragschicht der Kontrolle etwa den gleichen

*) Nach einem Referat „Soil Modification for Sports Turf Areas“, gehalten bei der „2nd Turfgrass Research Conference, June 19–21, 1973, Virginia Polytechnic Institute and State University.“

Darst. 1: Einfluß von Substanzen zur Baugrundverbesserung auf die Rasendecke



Rasenzuwachs 1972	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm
	72	72	80	72	75	72	78	78
Rasenaspekt Mai → Sept. 1972 1 = sehr gut 9 = ungenügend	3,4	2,8	2,1	2,9	2,7	2,6	2,7	2,6
Rasenwelke % betroffener Fläche								
18.7. 1972	50	0	0	30	0	0	0	10
23.7. 1972	100	70	30	70	50	10	50	40
24.7. 1972	Niederschlag, 6 mm							
2.8. 1972	80	60	30	60	50	30	40	30

Rasenzuwachs, sie wiesen in der Vegetationsperiode jedoch einen besseren Rasenaspekt als die Kontrolle auf und wurden von Trockenschäden später und weniger stark betroffen. Die größte Welkeresistenz wurde bei Anreicherung des Baugrundes durch Torf, Kalkstickstoff, Perlite und Vermiculit festgestellt (Darst. 1).

Diese Reaktion der Rasendecke wird auf eine durch Nährstoffe und Wasserspeicherstoffe intensivierte Durchwurzelung zurückgeführt. Quantitative Bestimmungen der Wurzelmasseverteilung stehen bisher noch aus; sie sind zum Abschluß des Versuches vorgesehen.

2. Dränschicht

Mit dem Einbau einer Dränschicht wird ein harmonischer Übergang von Tragschicht und Untergrund unterbrochen, so daß die Dränschicht infolge eines anders zusammengesetzten, größeren Porensystems grundsätzlich eine Störschicht für die Rasenbewurzelung darstellt. Sie sollte deshalb nicht zu dick, möglichst nur 10 cm stark ausgebildet werden, wenn nicht besondere Standortverhältnisse größere Schichtstärken erfordern.

Für die Rasendecke ist die vegetationstechnische Eignung des Dränschichtmaterials von besonderer Bedeutung, bei der es sich im wesentlichen um eine Funktion der Wasserspeicherfähigkeit handelt. Diese nimmt mit steigendem Feinanteil zu und ist darüber hinaus bei porösen Stoffen größer. So verfügen Bims und Lava der Körnung 0/20 bis 0/40 über eine Wasserkapazität von 30 bzw. 20 Vol.-%, während ein nach der Kornverteilung vergleichbarer Kies 0/30 12 Vol.-% und ein Grobkies 15/30 nur 4 Vol.-% Wasser speichert (Tab. 1).

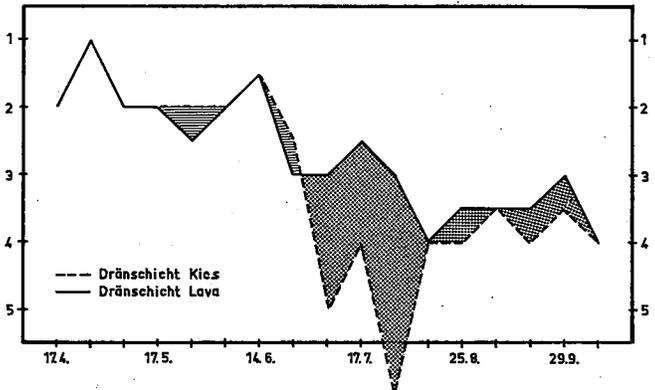
Tabelle 1:

Wasserkapazität von Dränschicht-Baustoffen (Vol.-%)	
1. Bimskies 0/20	31
2. Lava 0/40	20
3. Lava 5/15	16
4. Kies 0/30 (hoher Sandanteil)	12
5. Kies 15/30	4
6. Basaltsplitt 5/15	3
7. Basaltsplitt 15/30	2

Entsprechend der Wasserkapazität trägt eine wasserspeichernde Dränschicht in Trockenperioden durch Einschränkung von Trockenschäden wesentlich zur Entwicklung der Rasen-

decke bei. Dies ergibt sich nach Darst. 2 bereits eindeutig aus einem Vergleich von Lava 5/15 mit einer Wasserspeicherfähigkeit von etwa 16 Vol.-% und einem Kies 0/30, wo die Rasendecke in Trockenperioden des Sommers 1972 auf Lava einen wesentlich besseren Rasenaspekt als auf Kies aufwies (Darst. 2). Ferner traten Welkeerscheinungen an der Rasen-

Darst. 2: Rasenaspekt bei Dränschicht aus Kies und Lava (1972)
(1 = sehr gut; 9 = ungenügend)



decke bei einer 6 cm starken Tragschicht auf einer Dränschicht aus Lava stets später als auf einer 12 cm starken Tragschicht aus Kies auf. Bei gleicher Tragschichtstärke bleibt die Rasendecke auf Bims gegenüber Lava länger von Trockenwirkungen unberührt. Die Tragschicht setzt sich aus 50 Vol.-% Sand, 38 Vol.-% Torf und 12 Vol.-% Lehm Boden zusammen.

Da das Vorkommen von Lava und Bims jedoch auf ein kleines linksrheinisches Gebiet beschränkt ist, besteht die Notwendigkeit, nach weiteren für Dränschichten geeigneten Materialien zu suchen. Dazu scheint sich nach orientierenden Untersuchungen u. U. Müllschlacke zu eignen, wenn der Gehalt an phytotoxisch wirkenden Salzen keine Vegetationsfeindlichkeit bewirkt. Bei Verwendung von Kies sollte die Wasserhaltefähigkeit hingegen durch einen hohen Anteil an Fein- und Mittelsand erhöht werden.

Tabelle 2:

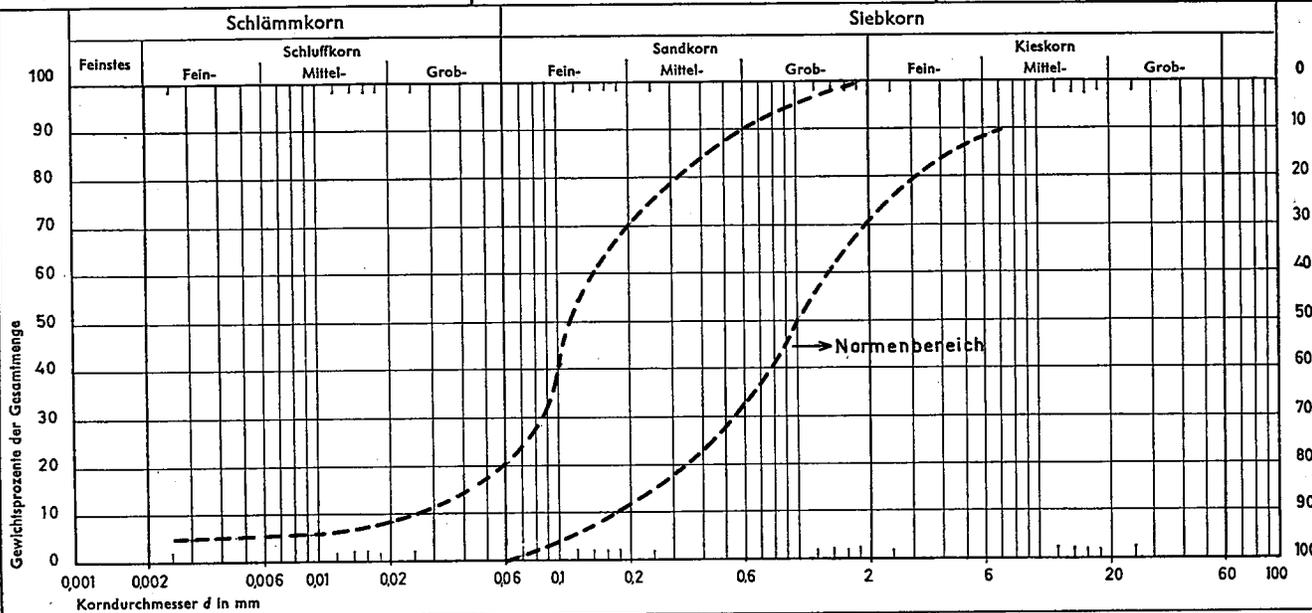
Zusammensetzung der Tragschicht und Welkeeintritt der Rasendecke

Zusammensetzung der Tragschicht	Kornanteile Gew.-%	Org. Subst. Gew.-%	Wasserkapazität Vol.-%	Reihenfolge des Welkebeginns
Gemisch 1	$\leq 0,02 \text{ mm} = 0 \%$			
60 Vol.-% Sand (0/3)	Schluff und Feinsand	8 %	3,4	1.
25 Vol.-% Torf	Mittel- und Grobsand	77 %		
15 Vol.-% Hygromull	Feinkies	15 %		
Gemisch 2	$\leq 0,02 \text{ mm} = 2 \%$			
20 Vol.-% Feinsand	Schluff und Feinsand	28 %	3,5	3.
45 Vol.-% Sand (0/3)	Mittel- und Grobsand	60 %		
20 Vol.-% Torf	Feinkies	12 %		
Gemisch 3	$\leq 0,02 \text{ mm} = 4 \%$			
40 Vol.-% Feinsand	Schluff und Feinsand	52 %	4,7	4.
25 Vol.-% Sand (0/3)	Mittel- und Grobsand	41 %		
25 Vol.-% Torf	Feinkies	7 %		
Gemisch 4	$\leq 0,02 \text{ mm} = 4 \%$			
40 Vol.-% Feinsand	Schluff und Feinsand	51 %	5,5	5.
25 Vol.-% Sand (0/3)	Mittel- und Grobsand	41 %		
35 Vol.-% Torf	Feinkies	8 %		
Gemisch 5	$\leq 0,02 \text{ mm} = 6 \%$			
55 Vol.-% Sand (0/3)	Schluff und Feinsand	16 %	3,4	2.
20 Vol.-% Lößlehm	Mittel- und Grobsand	69 %		
15 Vol.-% Hygromull	Feinkies	15 %		

**Darst. 3: Kornverteilungsbereich
nach DIN 18035 - 4**

Prüfs. Nr.: _____
 Probe entn. am: _____
 Art der Entn.: _____
 Arbeitsweise: _____

Ausgef. durch: _____ Datum: _____



Kurve Nr.:		Bemerkungen (z. B. Kornform):	Zu:	Anlage:
Bodenart:				
Tiefe:				
$U = d_{60}/d_{10}$:				
Entnahmestelle/Ort:				

3. Rasen-Tragschicht (Vegetationsschicht)

Die Zusammensetzung der Tragschicht ist für die Belastbarkeit von Sportfläche und Rasendecke, besonders in den Nässeperioden des Winters, von übergeordneter Bedeutung. Die Tragschicht muß deshalb genügend wasserdurchlässig und fest sein, um eine zu weiche, schwammige Oberfläche auszuschließen, sie soll dagegen eine gute Ballreflexion sowie einen möglichst hohen Energierückgewinn ermöglichen. Für die Zusammensetzung der Tragschicht sind 4 Kriterien entscheidend, die der neuen Fachnorm DIN 18035-Blatt 4 zugrunde liegen:

- ein **Kornverteilungsbereich**, der den Anteil an Feinerde ($\geq 0,02$ mm) auf 8% beschränkt, aber einen hohen Anteil an Fein- und Mittelsand vorsieht (Darst. 3);
- ein **Gehalt an organischer Substanz**, der 4 Gew.-% nicht übersteigt;
- eine **Wasserkapazität** des Vegetationsschichtgemisches im Hinblick auf eine genügende Belastbarkeit von nicht mehr als 40 Vol.-% und im Interesse der Wasserversorgung der Rasendecke von möglichst nicht weniger als 35 Vol.-%;
- eine **Wasserdurchlässigkeit** der von etwa 15 auf etwa 10 cm verdichteten Tragschicht im Laborversuch entsprechend der Infiltrationszeit von 1 cm Wasserspiegel von 0,002 cm/sec. = etwa 7,5 Minuten.

Nach diesen Richtlinien existieren in der Bundesrepublik kaum Böden, die unverändert zur Herstellung von Rasensportflächen verwendet werden können, zumal die vorhandenen Sandböden oft zu feinkörnig und zu gleichförmig sind und mitunter eine Humusform besitzen, die die Wasserdurchlässigkeit selbst bei geeigneter Kornverteilung nennenswert beeinträchtigt. Dagegen muß bei der Zusammensetzung der Tragschicht gewöhnlich auf Fluß- und Grubensande zurückgegriffen werden, denen aus Gründen der Bindigkeit ein geringer Feinerdeanteil beigegeben werden sollte. Von besonderer Bedeutung ist darüber hinaus die Schaffung eines genügenden Wasserspeichervermögens.

Wegen des Winterspielbetriebes sowie wegen der für Trockenperioden des Sommers notwendigen größeren Dicke der Tragschicht hat sich das in Schweden verwendete Gemisch von 60 Vol.-% Sand und 40 Vol.-% Torf in Deutschland als zu weich und schwammig herausgestellt. Eine entsprechende

Wasserkapazität wird, vor allem bei Verwendung von grobem Sand, bei Mangel an Feinsand und bei Fehlen an Feinboden jedoch angestrebt, so daß sich ein Austausch von etwa ein Drittel an Torf durch Hygromull als günstig erwiesen hat. Hygromull läßt sich gut verdichten, setzt sich schneller um und stellt der Rasendecke dabei zusätzlich Stickstoff zur Verfügung. Eine derartige Stickstoffwirkung wird gegenwärtig im 4. Versuchsjahr beobachtet. Bei einem vollständigen Ersatz von Torf durch Hygromull wurde dagegen ein ähnlich schlechter Wasserabzug aus der Rasennarbe in die Tragschicht wie bei reinem Mittel-Grobsand festgestellt.

Andererseits kann das Wasserspeichervermögen der Tragschicht ohne Beeinträchtigung der Tragfähigkeit durch Verwendung von Lavasand, Bimssand oder Perlite, z. B. auf Kosten eines Teiles von Sand, erhöht werden. Dabei vermag Lavasand durch eine rauhe Oberfläche gleichzeitig zur besseren Verzahnung und größeren Scherfestigkeit des Tragschichtgemisches beizutragen, während größere Anteile an Bimssand und Perlite, besonders bei Fehlen von Feinerde, die Bindigkeit einschränken und in späteren Trockenperioden an Spielfeldteilen mit abgenutzter Rasendecke zu Schäden an der Tragschicht führen können.

Die Trockenheitsresistenz der Rasendecke steht, neben der Porosität, zum Feinanteil und zum Gehalt an organischer Substanz in der Tragschicht in Beziehung, so daß bei einem Versuch mit gleichem Dränschichtmaterial auch der Eintritt der Rasenwelke entsprechend der Wasserkapazität der verschiedenen zusammengesetzten, auf 15 cm verdichteten Tragschicht verläuft (Tab. 2).

Für die Wasserdurchlässigkeit ist neben der Kornverteilung die Struktur der organischen Substanz entscheidend. Sowohl Hygromull wie auch Lavasand, Bimssand und strukturfeste Perlite beeinträchtigen die Wasserdurchlässigkeit nicht, sie wird dagegen bei Verwendung des feineren, stärker zersetzten Schwarztorfes anstelle von Weißtorf z. T. beträchtlich reduziert (Tab. 3).

Eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit der Tragschicht stellt jedoch nicht nur eine Voraussetzung für die Belastbarkeit der Sportfläche dar, sondern sie erhöht nach dem

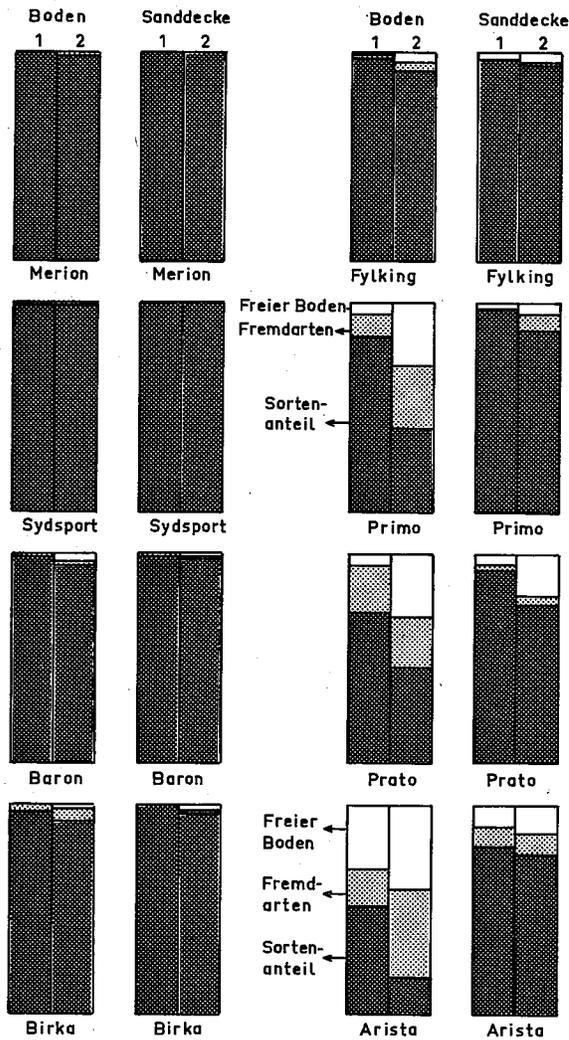
Tabelle 3:

Wasserdurchlässigkeit von Tragschichtgemischen
(Infiltrationszeit von 1 cm Wasserspiegel in verdichtetem Tragschichtgemisch)

Kornmisch	80 % Kornmisch 20 % Torf		70 % Kornmisch 30 % Torf		60 % Kornmisch 40 % Torf	
	WeiB-	Schwarz-	WeiB-	Schwarz-	WeiB-	Schwarz-
	torf		torf		torf	
1. 100 % Flußsand 0/5	0'55"	11'17"	0'45"	11'51"	0'43"	29'03"
2. 100 % Lavasand 0/5	0'18"	7'26"	0'26"	11'05"	0'30"	18'23"
3. 100 % Flußsand 0/3	1'04"	2'35"	0'34"	10'31"	0'32"	15'35"
4. 75 % Flußsand 0/3	2'34"	4'09"	1'30"	8'32"	1'12"	37'13"
+ 25 % Feinsandboden						
5. 50 % Flußsand 0/3	12'09"	9'55"	5'28"	122'04"	—	—
+ 40 % Feinsandboden						
+ 10 % Lößlehm						

Beispiel eines inzwischen mehr als 4 Jahre alten Versuches mit 8 Sorten von *Poa pratensis* auf einer 5 cm starken Sanddecke und auf anstehendem sandigem Lehmboden auch die Beanspruchbarkeit der Rasennarbe, sie verbessert ihr Regenerationsvermögen und schränkt das Ausbreiten von Fremdarten ein (Darst. 4).

Darst. 4: Einfluß von Boden und Sanddecke auf Narbendichte und Fremdartenbesatz von *Poa pratensis* bei Stollenbewalzung



Versuchsanlage: 24.4.1969
Bonitierung : 12.3.1973

1 = Ohne Stollenbewalzung
2 = Mit Stollenbewalzung

Zusammenfassung

Eine Verbesserung des Baugrundes mit Nähr- und Wasserspeicherstoffen förderte den Rasenaspekt und verringerte die Trockenheitsanfälligkeit der Sanddecke. Insbesondere Kalkstickstoff bewirkte eine dunklere Rasenfarbe und erhöhte den Rasenzuwachs.

Die vegetationstechnische Eignung der Baustoffe der Dränschicht hängt von ihrer Wasserhaltefähigkeit ab. Lava verringerte die Trockenheitsanfälligkeit und verbesserte den Rasenaspekt, bei einer 6 cm starken Tragschicht aus Bims trat der Welkebeginn des Rasens später als bei einer 12 cm dicken Tragschicht auf Kies ein.

Nach DIN 18 035 — 4 soll der Anteil an Feinerde ($\leq 0,02$ mm) 8 % nicht übersteigen, der Gehalt an organischer Substanz soll nicht höher als 4 Gew.-% sein, die Wasserkapazität soll zwischen 35 und 40 Vol.-% liegen und die Wasserdurchlässigkeit (= K^* mod.) soll größer als 0,002 cm/sec. sein.

Danach sind die Böden in der Bundesrepublik ohne Veränderung in den meisten Fällen nicht für Rasensportflächen geeignet. Die Wasserspeicherfähigkeit der zu verwendenden Sande muß durch organische Substanz erhöht werden, wobei ein Austausch von einem Drittel an Torf durch Hygromull eine Schwammigkeit verhindert, wenn der Gesamtanteil an organischer Substanz mehr als 30 % beträgt. Hygromull liefert in Versuchen bisher ferner mehr als 3 Jahre Stickstoff nach.

Eine Erhöhung der Wasserkapazität ohne Beeinträchtigung der Tragfähigkeit wird durch Austausch eines Teiles an Sand durch Lavasand, Bims oder Perlite erreicht, die Rasenwelke steht mit der Wasserkapazität in Beziehung, die Wasserdurchlässigkeit wird durch Schwarztorf gegenüber Weißtorf deutlich verringert.

Summary

An enrichment of the subsoil with nutrients and water storing materials promotes the turf aspect and makes the sward less susceptible to dryness. Calcium cyanamide in particular improved the color of the turf and increased the growth of the grass.

The suitability of the material of the drainage layer for vegetation technical purposes in connected with its water absorbing capacity. Lava and pumice diminishes the susceptibility to dryness and improves the turf aspect, a 6 cm deep vegetation layer of pumice stone postpones the withering effect of the turf in comparison to a 12 cm deep vegetation layer of gravel.

According to DIN 18 035 — 4 the proportion of fine soil ($\leq 0,02$ mm) should not be higher than 8 per cent, the proportion of organic matter should not surpass 4 weight per cent, the water capacity should be between 35 and 40 volume per cent, and the water permeability (= K^* mod.) should be higher than 0,002 cm/sec.

This means that the soils in the Federal Republic of Germany are not suitable, without improvement, for turf sports areas in most cases. The water storing capacity of the sands to be used must be increased by adding an organic matter. When one third of a high rate peat is exchanged by Hygromull sponginess can be prevented. Hygromull, used in experiments, provides nitrogen in the fourth year.

The water absorbing capacity is increased without detrimental effects to the traffic tolerance by exchanging one part of sand by lava sand, pumice or perlite. The turf wilt is connected with the water capacity. The permeability diminishes when black peat is used instead of white peat.

Der Einfluß verschiedener Düngemittel auf die Anhäufung der Wurzelmasse eines Intensivrasentyps

W. Opitz von Boberfeld und P. Boeker

1. Einleitung

Da die Wurzeln der Grünflächen neben der Nährstoff- und Wasseraufnahme weitere direkte Funktionen ausüben, wie beispielsweise das Verhindern oder Einschränken von Erosionen, ist es aufschlußreich zu wissen, welche Faktoren das Wurzelwachstum nachhaltig beeinflussen. So ist bekannt, daß die Intensität der Nutzung auf die Gesamtwurzelmasse und deren Verteilung einen starken Einfluß ausübt (KLAPP, 1971; SAGLAMTIMUR u. BOGDAN, 1970; SKIRDE, 1970, 1971; u. a.). Ebenso beeinflußt auch die Höhe der Düngung, physiologisch sauer oder alkalisch wirkende Dünger, die Wasserversorgung und weitere Pflegemaßnahmen die Wurzelentwicklung (GARWOOD, 1967, 1968; KERN, 1969, 1970; SAGLAMTIMUR u. BOGDAN, 1970; SKIRDE, 1970, 1971). Darüberhinaus ist die Gesamtwurzelmasse durch die Auswahl der Arten und Sorten zu beeinflussen (BOEKER, 1971, 1973; v. d. HORST u. KAPPEN, 1970; v. d. HORST, 1970; SKIRDE, 1971). Die hier in diesem Beitrag zusammengestellten Untersuchungsergebnisse sollen Aufschluß geben, ob über den Einsatz gewisser Rasendünger in einem größeren Zeitabschnitt auch eine nachhaltige Beeinflussung der Wurzelentwicklung zu erzielen ist.

2. Methodik und Material

2.1. Standortbeschreibung

Der mittlere Jahresniederschlag erreichte in der Periode von 1950 bis 1965 669 mm. Das Niederschlagsmaximum liegt in den Monaten Juni, Juli, August. Der Monat Juli war in dieser Periode mit 81 mm am niederschlagreichsten. Die Verteilung der Niederschläge ist also für das Wachstum der Gräser recht günstig. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt für den Zeitabschnitt von 1950 bis 1965 9,9° C.

Die Versuchsfläche liegt auf einem feinsandigen Lehm Boden, der im Untergrund kiesig ist. Der feinsandige Lehm ist aus Löß über der Mittelterrasse des Rheins entstanden. Mit der Bodenzahl 68 wurde der Boden des Versuchsstandortes bewertet (LANDESMESSUNGSAMT NRW, 1965). Bei dem Bodentyp handelt es sich um eine Parabraunerde. Vor Versuchsbeginn ergab die Bodenuntersuchung der Schicht von 0 bis 20 cm folgendes Resultat

28 mg P₂O₅ / 100 g Boden
15 mg K₂O / 100 g Boden
pH 7,1

Die Phosphorsäure- und Kaliumwerte wurden nach der Doppellaktatmethode ermittelt. Der pH-Wert wurde in einer 0,1 n KCl-Lösung festgestellt. Da der Boden des Standortes relativ gut gepuffert ist, ist davon auszugehen, daß in dem Versuchsabschnitt keine wesentliche Veränderung der Bodenreaktion erfolgt ist.

Die Versuchsfläche liegt etwa 15 km nördlich von Bonn entfernt auf dem Gut Dikopshof.

2.2 Versuchsanlage

Der Versuch wurde im Frühjahr 1969 nach dem Schema einer Blockanlage angelegt. Insgesamt weist die Anlage drei Blöcke auf. Die Parzellen haben eine einheitliche Größe von jeweils 10 m². Folgende Mischung kam zur Aussaat

45 % *Poa pratensis* MERION
25 % *Festuca rubra* commutata TOPIE
25 % *Festuca rubra* rubra OASE
5 % *Agrostis tenuis* HIGHLAND BENT

Die Saatstärke betrug 10 g m². Der Schnitt erfolgte mit einem Spindelmäher. Die Schnitthöhe betrug 3 cm. Bei einer Aufwuchshöhe von etwa 5 cm wurde der Schnitt stets durchgeführt. Das Schnittgut wurde entfernt.

Bereits im Ansaatjahr erfolgte die Düngung mit den verschiedenen Präparaten. Die Zahl sowie die Zusammensetzung der berücksichtigten Düngemittel sind der Zusammenstellung im

Ergebnisteil zu entnehmen. Die jährliche Düngergabe betrug einheitlich bei sämtlichen Varianten 20 g N/m². Nach der Bindungsform des Stickstoffs richtete sich die Zahl der jährlichen Teilgaben. Keines der berücksichtigten Düngemittel wurde in mehr als vier Teilgaben verabreicht. Bei herbizidhaltigen Düngern wurde lediglich je nach der Zahl der Teilgaben die erste bzw. die beiden ersten Gaben mit dem herbizidhaltigen Präparat behandelt. Die restlichen Gaben wurden dann mit dem gleichen Dünger jedoch ohne die Herbizidkomponente durchgeführt. Zum besseren Vergleich der Wirkungen wurde eine ungedüngte sowie eine mit schwefelsaurem Ammoniak gedüngte Variante angelegt.

Die Wurzeluntersuchungen wurden zu zwei verschiedenen Terminen durchgeführt, und zwar im November 1971 und im Juli 1972. Zu jedem Termin wurden je Parzelle zwei Proben gewonnen, so daß je Termin insgesamt sechs Werte – 2 Stichproben x 3 Blöcke – je Variante zur Verfügung stehen. Die Wurzelproben wurden nach dem gleichen Verfahren gewonnen, wie es bereits früher beschrieben wurde (OPITZ v. BOBERFELD, 1972). Die Auswertung wurde nach dem in der Tabelle 1 dargestellten Schema durchgeführt.

Tabelle 1:

Schematische Darstellung der Aufteilung der Freiheitsgrade

Ursache	Freiheitsgrade (FG)
Total	Stichproben x Blöcke x Varianten — 1
Blöcke	Blöcke — 1
Varianten	Varianten — 1
Rest	FG Total — (FG Blöcke + FG Varianten)

Die statistische Beurteilung der Einzeldifferenzen erfolgte aus konventionellen Gründen über die Grunddifferenz 5 % (GD oder LSD = least significant difference).

Die im Ergebnisteil dargestellten Vegetationsaufnahmen wurden im September 1972 erstellt.

3. Wurzelmenge und Düngemittel

3.1. Wurzelmasse

Die Tabellen 2 und 3 zeigen die sand- und aschefreie Wurzeltrockensubstanz getrennt nach den verschiedenen Terminen und Düngemitteln. Entsprechend dem Nährstoffgehalt wurden die Düngemittel geordnet. Bei dieser Gruppierung ist davon auszugehen, daß es sich bei den Präparaten mit einem N-Gehalt bis zu 10 % vorwiegend um organische Dünger pflanzlicher oder tierischer Herkunft handelt. In dem Bereich von 12 bis 20 % N sind vorwiegend Mischdünger – organisch + synthetisch organisch + mineralische – erfaßt. Die Gruppe der aufgeführten Düngemittel mit einem Gehalt von 21 bis 38 % N enthält zum überwiegenden Teil synthetisch organischen Dünger. Da die sogenannten Rasen- und Blumendünger nicht dem Düngemittelgesetz unterliegen und in einigen Fällen keine Information über die Form der Nährstoffbindung vorliegt, erschien die hier gewählte Gruppierung am zweckmäßigsten.

Die Unterschiede in der Anhäufung der sand- und aschefreien Wurzeltrockensubstanz sind insgesamt gesehen nicht signifikant. Allerdings ist die größere Wurzelmasse bei der Variante „ungedüngt“ gegenüber den restlichen Varianten in den meisten Fällen statistisch gesichert. Hauptursache ist für diese Gegebenheit sehr wahrscheinlich die Veränderung in der Zusammensetzung der Narbe. Auf diese Frage wird daher noch im folgenden Abschnitt eingegangen.

Tabelle 2:

Sand- und aschefreie Wurzelrockensubstanz in g/1000 cm²

Düngemittel			Schicht 0 - 5 cm		Schicht 5 - 10 cm	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Termin 1	Termin 2	Termin 1	Termin 2
in %						
6	1	2	126,359	101,531	2,202	4,442
6	3	2	84,779	126,903	1,524	6,630
7	2	2	71,831	118,501	1,695	4,125
7	3	4	101,267	107,896	2,022	5,593
9	2	4	89,793	135,891	2,271	7,936
10	3	5	118,309	116,646	1,877	6,148
10	4	6	100,686	136,959	1,467	5,857
10	4	6	84,073	95,239	2,701	5,116
10	4	6	108,663	121,954	2,016	7,034
12	12	20	99,836	115,298	2,732	4,421
15	9	5	98,260	151,286	4,027	6,214
15	9	15	78,045	98,013	1,412	4,147
16	5	12	99,225	112,980	2,244	5,318
18	3	3	100,819	79,263	2,370	5,225
20	4	4	88,231	95,016	2,104	6,671
20	5	5	108,083	98,815	2,208	5,386
20	5	5	96,125	113,437	1,918	5,593
20	5	10	95,259	145,346	7,314	6,344
21	7	14	113,428	127,204	1,672	6,541
21	17	50	103,638	90,682	2,743	5,769
26	8	8	105,968	113,769	3,089	10,735
26	8	8	98,954	106,056	2,494	7,117
34	5	5	117,521	107,616	1,970	5,101
38	-	-	97,778	115,303	3,172	7,143
-	-	-	135,736	129,236	3,318	8,366
GD 5 %			34,9952	44,0941	2,5590	3,2561

Über den Tiefgang der Wurzeln allgemein in Abhängigkeit von der Düngung bestehen verschiedene Ansichten. MIT-SCHERLICH (1912) geht davon aus, daß die Wurzeln ungedüngter Pflanzen auf der Suche nach Nährstoffen tiefer in den Boden vordringen als die der gedüngten Pflanzen. Mit dem Hinweis, daß gedüngte Pflanzen gegenüber ungedüngten eine größere Wachstumsenergie, stärkere Durchwurzelung und größeren Wurzeltiefgang besitzen, widersprechen jedoch andere Untersuchungsergebnisse (GLIEMEROTH, 1951; SCHULZE-

Tabelle 3:

Sand- und aschefreie Wurzelrockensubstanz in g/1000 cm²

Düngemittel			Schicht 10 - 15 cm		Schicht 15 - 20 cm	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Termin 1	Termin 2	Termin 1	Termin 2
in %						
6	1	2	1,581	2,462	1,016	2,286
6	3	2	0,762	4,079	0,539	1,923
7	2	2	1,208	1,804	0,638	1,265
7	3	4	1,130	2,882	0,353	2,115
9	2	4	1,332	3,758	0,747	2,581
10	3	5	1,203	3,037	0,752	2,167
10	4	6	1,187	3,665	0,596	2,581
10	4	6	1,275	3,079	0,643	1,908
10	4	6	1,125	3,862	0,492	1,949
12	12	20	1,068	2,452	0,705	1,851
15	9	5	2,789	3,312	1,405	2,146
15	9	15	0,740	2,167	0,575	1,628
16	5	12	1,244	2,887	1,089	1,234
18	3	3	1,648	3,810	0,964	2,312
20	4	4	1,420	3,685	0,886	2,333
20	5	5	1,047	2,898	0,643	1,426
20	5	5	1,358	2,877	0,487	1,674
20	5	10	2,094	3,468	0,674	1,861
21	7	14	1,151	4,089	0,678	2,498
21	17	50	1,922	2,550	0,877	1,545
26	8	8	1,156	3,554	0,648	2,390
26	8	8	1,344	3,468	0,790	2,167
34	5	5	1,068	3,053	0,607	1,970
38	-	-	1,623	3,986	0,798	2,276
-	-	-	2,504	6,443	1,700	4,551
GD 5 %			0,8602	1,3677	0,6472	1,0230

GEMEN, 1954) dieser Feststellung. Wenngleich in diesen Untersuchungen nicht Gräser mit intensiver Schnittnutzung beobachtet wurden, kann wohl doch davon ausgegangen werden, daß weniger der direkte Einfluß der Düngung auf die Wurzelentwicklung einen Effekt ausgeübt hat; vielmehr erhärtet sich die Vermutung, daß die größere Wurzelmasse bei der Variante „ungedüngt“ auf Pflanzenbestandsumschichtungen zurückzuführen ist. Auch die Standardvariante – Dünger 21/17/50 – mit der physiologisch sauren Düngewirkung hat auf dem gut gepufferten Boden die Wurzelmasse insgesamt gesehen nicht signifikant erhöht.

Ebenso sind die Unterschiede zwischen den Mittelwerten der drei gebildeten Düngemittelgruppen unerheblich. Eindeutige Rückwirkungen der verschiedenen Düngemittelgruppen auf die Anhäufung der Wurzelrockensubstanz sind auf diesem Standort bei der durchgeführten Behandlung nicht zu erkennen. Aufschlußreich ist noch das Verhalten der Dünger mit und ohne Herbizidzusatz auf die Wurzelentwicklung.

Tabelle 4:

Sand- und aschefreie Wurzelrockensubstanz in g/1000 cm² bei Düngern mit und ohne Herbizidzusatz

Schicht	0-5 cm		5-10 cm		10-15 cm		15-20 cm	
	Termin 1	Termin 2	Termin 1	Termin 2	Termin 1	Termin 2	Termin 1	Termin 2
Dünger m.								
Herbizid	94,993	98,499	2,371	5,763	1,406	3,309	0,721	2,015
Dünger o.								
Herbizid	100,348	116,880	2,488	6,078	1,343	3,183	0,736	2,001

Für diesen Vergleich stehen insgesamt vier Dünger mit Herbizidzusatz zur Verfügung. Bei den Herbizidzusätzen handelt es sich um verschiedene Wirkstoffkombinationen der Phenoxyfettsäuren und Benzoesäuren. Die zwar geringen Unterschiede in der Wurzelmasse in der oberen Schicht zu beiden Terminen lassen vermuten, daß anscheinend der Herbizideinsatz auf die Wurzelmasse der obersten Zone einen Einfluß ausgeübt hat. Da die meisten mit und ohne Herbizidzusatz behandelten Parzellen völlig unkrautfrei und Umschichtungen der Pflanzenbestände auch nicht erkennbar waren, ist davon auszugehen, daß wahrscheinlich die verminderte Wurzelmasse in den obersten Schichten die direkte Folge der Herbizidwirkung ist. Als Ursache für diese Auswirkungen des Einsatzes von Herbiziden ist anzuführen, daß die absolute Wurzelmasse in der obersten Schicht besonders groß ist; ferner liegt diese Zone nahe dem Applikationsort. Durch die Aktivsubstanzen der Herbizide platzen vermutlich die Wurzelzellen und anschließend erfolgt wahrscheinlich ein rascher Abbau durch die Mikroorganismen des Bodens. Ähnliche Beobachtungen wurden auch bei der Behandlung von Getreide mit Herbiziden gemacht (HAFNER, 1963; MAAS, 1971).

3.2 Pflanzenbestände

In der Zusammensetzung der Pflanzenbestände zwischen der ungedüngten sowie den restlichen Varianten besteht eine erhebliche Differenz – Tabelle 5.

Tabelle 5:

Bodenbedeckung einzelner Arten in Prozent

Varianten	Standard 21/17/50	Restliche Dünger	ungedüngt
Agrostis tenuis	33	35	20
Festuca rubra	19	14	46
Lolium perenne		+	
Poa annua	3	3	3
Poa pratensis	43	45	28
Poa trivialis	2	3	2
Trifolium repens			1
Achillea millefolium			+
Cirsium arvense		+	
Plantago maior		+	+
Ranunculus repens			+
Stellaria media		+	
Taraxacum officinale		+	+
Veronica serpyllifolia			+

Die unterschiedliche Bestandszusammensetzung ist vermutlich als Hauptursache für die erhöhte Wurzelmasse der ungedüngten Variante anzuführen (BOEKER, 1971).

Zwischen den Düngemittelvarianten mit und ohne Herbizidzusatz bestanden im Hinblick auf die Zusammensetzung der Pflanzenbestände keine wesentlichen Unterschiede.

4. Zusammenfassung

Die in diesem Beitrag zusammengestellten Untersuchungsergebnisse liefern einen Aufschluß, ob auf einem nährstoffreichen gut gepufferten feinsandigen Lehm durch den Einsatz verschiedener Düngemittel auf gleicher Stickstoffbasis – 20 g N/m² und Jahr – die Anhäufung der sand- und aschefreien Wurzelrocksubstanz beeinflusst werden kann. Hauptbestandbildner der Versuchsfläche waren *Agrostis tenuis*, *Festuca rubra* und *Poa pratensis*. Der Schnitt wurde bei ca. 5 cm Aufwuchshöhe vorgenommen. Es wurde stets auf 3 cm Tiefe geschnitten. Die dargestellten Ergebnisse lassen sich in folgende Punkte zusammenfassen:

1. Die Unterschiede in der Anhäufung der sand- und aschefreien Wurzelrocksubstanz sind insgesamt gesehen nicht signifikant. Sehr wahrscheinlich haben die günstigen Standortbedingungen einen Einfluß auf das Resultat ausgeübt.
2. Die Wurzelmasse der Variante „ungedüngt“ war durchweg gegenüber den restlichen Varianten statistisch gesichert größer. Als Hauptursache für diese Erscheinung wird die Veränderung der Pflanzenbestandszusammensetzung angeführt.
3. Der Einsatz von Düngern mit Herbizidzusatz hat vermutlich auf die Anhäufung der Wurzelmasse in den obersten Schichten einen Einfluß ausgeübt. Im Mittel wurde die Wurzelmasse der obersten Schicht durch den Einsatz von Herbiziden vermindert; diese Veränderung läßt sich nicht mit Umschichtungen der Pflanzenbestände erklären. Wahrscheinlich liegt hier ein direkter Einfluß vor.

5. Literaturverzeichnis

1. BOEKER, P., 1971: Wurzelmasseentwicklung unter einigen Rasen-gräserarten und -sorten. — Protokollheft über die 13. Fachtagung des DLG-Ausschusses für Züchtung und Saatguterzeugung der Kleearten und Gräser beim DLG-Fachbereich Pflanzliche Produktion, Frankfurt/M., S. 25–35.

2. BOEKER, P., 1973: Root development under some turfgrass species and cultivars. — Proc. 2. Intern. Turfgrass Research Conference, USA (im Druck).
3. GARWOOD, E. A., 1967: Some effects of soil water condition and soil temperature on the roots of grasses. — J. Brit. Grassl. Soc. **22**, p. 176–181.
4. GARWOOD, E. A., 1968: Some effects of soil-water conditions and soil temperature on the roots of grasses and clover. — J. Brit. Grassl. Soc. **23**, p. 117–128.
5. GLIEMEROTH, G., 1951: Der Einfluß von Düngung auf den Wasserentzug der Pflanzen aus den Unterbodentiefen. — Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkd. **52** (97), S. 21–41.
6. HAFNER, K., 1963: Einfluß einiger wichtiger Wuchsstoffherbizide und Triazinverbindungen auf das Getreide bei vorhandener und fehlender Unkrautkonkurrenz. — Diss. Hohenheim, 133 S.
7. HORST, J. P. van der u. L. M. KAPPEN, 1970: Bewurzelung von Rasengräsern. — Rasen - Turf - Gazon **1**, S. 15–16.
8. HORST, J. P. van der, 1970: Die Prüfung von Sportrasengräsern in den Niederlanden. — Rasen - Turf - Gazon **1**, S. 88–90.
9. KERN, J., 1969: Weitere Ergebnisse zur Wuchshemmung bei Vielschnitttrassen. — Rasen Rasengräser **7**, S. 55–60.
10. KERN, J., 1970: Stickstoff-Spätdüngung zu Rasen. — Rasen - Turf - Gazon **1**, S. 63–65.
11. KLAPP, E., 1971: Wiesen und Weiden. — 4. Aufl., Verl. Paul Parey, Berlin u. Hamburg, 620 S.
12. LANDESMESSEAMT NRW, 1956: Bodenkarte Dikopshof Maßstab 1 : 5000.
13. MAAS, G., 1971: Zur unterschiedlichen Sortenempfindlichkeit von Kulturpflanzen gegenüber Bodenherbiziden. — Nachrichtenb. Deut. Pflanzenschutzd. **23**, S. 161–164.
14. MITSCHERLICH, E. A., 1912: Das Wasser als Vegetationsfaktor. — Landwirtschaft. Jb. **42**, S. 701–717.
15. OPITZ v. BOBERFELD, W., 1972: Zur Problematik des Stichprobenumfanges bei Wurzelgewichtsfeststellungen von Rasengräsern. — Rasen - Turf - Gazon **3**, S. 51–53.
16. SAGLAMTIMUR, T. u. G. BOGDAN, 1970: Untersuchungen über den Einfluß von Nutzungshäufigkeit und Stickstoffdüngung auf Sorten vom Deutschen Weidelgras (*Lolium perenne* L.). — Z. Acker- u. Pflbau. **123**, S. 16–35.
17. SCHULZE-GEMEN, P., 1954: Der Wasserhaushalt des Bodens im Dauerdüngungsversuch Dikopshof. — Diss. Bonn, 93 S.
18. SKIRDE, W., 1970: Reaktionen von Rasenmischungen auf physiologisch saure und physiologisch alkalische Düngung. — Rasen - Turf - Gazon **1**, S. 58–60.
19. SKIRDE, W., 1971: Bewurzelung der Rasendecke mit Beispielen für Abhängigkeit und Beeinflussung. Rasen - Turf - Gazon **2**, S. 112–115.

Die statistischen Verrechnungen erfolgten in der Rechenanlage der GMD, Bonn, auf einer IBM 370.

Zusammenfassung:

Da die Wurzeln der Rasenflächen neben der Nährstoff- und Wasseraufnahme weitere direkte Funktionen ausüben, wie beispielsweise das Verhindern oder Einschränken von Erosionen, ist es aufschlußreich zu wissen, ob bei gleicher Düngungsintensität durch eine gezielte Auswahl eines Düngers, die Anhäufung der Wurzelmasse beeinflusst werden kann. Die mitgeteilten Ergebnisse stammen von einem nährstoffreichen gut gepufferten Lehm. Hauptbestandbildner der Untersuchungsfläche waren *Agrostis tenuis*, *Festuca rubra* und *Poa pratensis*.

Insgesamt wurden 25 Varianten zu zwei verschiedenen Zeitpunkten untersucht. Die Höhe der Düngergabe war einheitlich auf 20 g N/m² und Jahr abgestimmt. Festgestellt wurde die sand- und aschefreie Wurzelrocksubstanz getrennt nach einzelnen Schichten.

Es zeigte sich, daß die Unterschiede in der Anhäufung der Wurzelmasse zwischen den verwendeten Düngemitteln insgesamt gesehen nicht signifikant waren. Allerdings wies die zu Vergleichszwecken angelegte ungedüngte Variante gegenüber den restlichen Varianten durchweg statistisch gesicherte höhere Werte auf. Diese Gegebenheit wird mit Umschichtungen der Pflanzenbestände erklärt. Der Einsatz von Düngern mit Herbizidzusatz hat vermutlich auf die Anhäufung der Wurzelmasse in den obersten Schichten einen Einfluß ausgeübt. Durch Veränderungen in der Zusammensetzung der Pflanzenbestände kann diese Erscheinung nicht erklärt werden. Wahrscheinlich liegt hier ein direkter Einfluß vor.

Summary

Since the roots of turfs do not only have to fulfil such functions as the intake of nutrients and water, but also the prevention or restriction of erosions, it is instructive to know whether, with equally intensive fertilization and the specific selection of a fertilizer, the conglomeration of the root matter can be influenced. The results published were obtained from a good loamy soil, rich in nutrients. The main grasses grown on the experimental plot were *agrostis tenuis*, *festuca rubra* and *poa pratensis*.

Altogether 25 variants were examined at two different periods. The fertilizer quantity had been fixed equally to 20 g N/m² per year. The dry matter of roots free of sand and ashes was determined, in the separate layers.

There was no significant difference in the conglomeration of root matter in all the fertilizers used. But the variant which had remained for comparison purposes revealed, in comparison to the remaining variants, generally higher values, as indicated in statistics. This fact is explained by a restructuring process in the plants. It may also be assumed that the utilization of fertilizers with herbicides added, influenced the conglomeration of the root matter in the upper layers. This event cannot be explained by changes in the composition of the plants grown, it is probably the result of a direct influence.

Das heutige Versuchsprogramm in Papendal

J. P. v. d. Horst u. H. A. Kamp, Arnhem-Papendal

In Heft 4/1970 der Zeitschrift RASEN – TURF – GAZON wurde von J. P. van der HORST die Aufgabenstellung mit Gliederung der ersten Versuche für Sportanlagen und Sportrasen in der Versuchsstation der Niederländischen Sportfederation „Papendal“ bei Arnhem beschrieben. Verschiedene dieser Versuche, insbesondere die Düngungsversuche, werden zur Zeit noch beobachtet. Dagegen erhielt ein Teil der ersten Sortenversuchsfläche, namentlich aus der Ansaat 1966, eine neue Bestimmung, während der Rest dieser Fläche für die für 1973 vorgesehene Ansaat umgebrochen wurde.

Außerdem erfolgten in den letzten Jahren neue Versuchsanlagen, in deren Mittelpunkt wiederum Sorten- und Mischungsversuche standen. Die Versuche stützten sich auf Handelsmischungen, Versuchsmischungen der Gräserzuchtfirmen, aber auch auf solche der Sportfederation, denen bereits die letzten Versuchserfahrungen zugrundeliegen. Weiterhin wurden im November-Dezember 1971 und 1972 Mischungen und Sortenreinsaat ausgebracht, um den Einfluß der Spätsaat auf Gräser und Mischungen zu ermitteln. Allerdings trat keine typische Winterwitterung ein, so daß Frost- und Schneeeinwirkungen praktisch ausblieben.

Darst. 1: Lageplan der Versuche

nederlandse sport
federatie

AFDELING SPORTACCOMMODATIES

1	12	23	34	45
2	13	24	35	46
3	14	25	36	47
4	15	26	37	48
5	16	27	38	49
6	17	28	39	50
7	18	29	40	51
8	19	30	41	52
9	20	31	42	53
10	21	32	43	54
11	22	33	44	55

Handwritten annotations: "ANDERE" (diagonal), "MISCHUNGEN" (diagonal), "SV3", "SV2", "SV1" (horizontal), "S", "R" (vertical).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Handwritten annotations: "PP", "LP", "Pp", "CY D", "Pb", "Fp", "LP", "Fp.c.", "AL".

Im Jahre 1972 wurde ferner versucht, gute Gräser in stark verunkrautete Flächen einzusäen. Außerdem erfolgte der Beginn einer Trittbearbeitung auf einer älteren SV2-Ansaatmischung folgender Zusammensetzung:

- 20% Lolium perenne
- 20% Poa pratensis
- 20% Phleum pratense
- 20% Festuca rubra rubra
- 10% Festuca rubra commutata
- 10% Agrostis tenuis.

Die im Sommer durchgeführte Trittbearbeitung auf diese Mischung ist mit verschiedenen Stickstoffgaben gekoppelt.

1. Neue Versuche

Sortenversuche

Unter nahezu idealen Witterungsbedingungen konnten im Juni und Juli (Wiederholung) 102 Sorten verschiedener Gräserarten angesät werden:

Art der Gräser	Zahl der angesäten Sorten	Zahl neuer Sorten	In Papendal schon geprüfte Sorten
Poa pratensis	36	28	Apoll, Arista, Baron, Fylking, Merion, Monopoly, Newport, Sydspport
Lolium perenne	18	16	Pelo, Barenza
Phleum pratense	5	3	Olympia, Tiran
Phleum nodosum	8	6	S 50, Sport
Poa trivialis	2	2	
Cynosurus cristatus	2		Encresta, Credo
Festuca arundinacea	5	4	Festal
Festuca rubra duriuscula	3	2	Biljart
Festuca rubra commutata	12	10	Highlight, Waldorf,
Festuca rubra rubra	4	2	Dawson, Novorubra
Agrostis tenuis	5	2	Bardot, Tracenta
Dactylis glomerata	2	2	
	102	77	

Die Witterungsbedingungen waren bei der Juni-Ansaat sehr gut, insbesondere warm (Lufttemperatur $\pm 20^\circ\text{C}$, Bodentemperatur $\pm 15^\circ\text{C}$), wodurch der Aufgang, zwar mit künstlicher Beregnung, schnell und gut verlief.

Die Einsaat der Wiederholung wurde ebenfalls bei sehr guten Bedingungen ausgeführt, und zwar bei Lufttemperaturen am Tag von $\pm 25^\circ\text{C}$ und Bodentemperaturen ansteigend bis 20°C , was zusammen mit Beregnung einen phänomenal schnellen Aufgang zur Folge hatte.

Sofort nach der Einsaat wurde eine Stickstoff-Düngung mit etwa 40 kg Reinstickstoff pro Hektar gegeben und wurde die Fläche mit 60 l/ha Curasol gespritzt, dem zur Bekämpfung von ausgetriebenem Gras 4 l/ha Gramoxone (Paraquat) hinzugefügt war.

2. Mischungsversuche

Um ein Bild von der Qualität der auf dem holländischen Markt angebotenen Mischungen zu erhalten, wurden im September 1971 insgesamt 60 Sportrasen- und Freizeitrasenmischungen auf dem Versuchsfeld ausgesät. Neben den Mischungen der holländischen Sortenliste umfassen diese Versuche auch eigene Mischungen und Versuchsmischungen der Gräserzuchtfirmen sowie ein paar ältere Mischungen zur Illustration und ferner eine Zahl in Abstimmung mit dem I.V.R.O. (Institut für Sortenprüfung) zusammengesetzten N.S.F.-Versuchsmischungen.

Zur Ergänzung wurden in dieses Objekt auch Monokulturen von Poa pratensis und Lolium perenne aufgenommen.

Die Zusammensetzung der Mischungen war wie aus der Tabelle auf der folgenden Seite ersichtlich.

	Lp *	Pp	Phl	Phl no	Fr c	Fr r	Fo	Fo dur	Cy	At	Fa
Sortenliste:											
SV 4	30	60	10	oder 10							
SV 5	20	50			10	20					
SV 6		95	5	oder 5							
R 1	20	20				20	20			10	
Älteste Sortenliste:											
SV 1	20	20			20	20				20	
SV 2	20	20	20		10	20				10	
SV 3	25	25	25			25					
v. d. Have											
A		75	10			15					
B	60	20	20								
C	35	20	15				30				
Cebeco:											
D		75		10		15					
E		90		10							
Mommersteeg:											
F		70				20			10	20	
G	20	15			10	25					
Barenbrug:											
H	30	60		10							
v. Engelen:											
I	10	70							20		
J	15	75		10							
N. S. F.:											
I	60			5					35		
II		60		5					35		
III	95			5							
IV		70			15	15					
V		40									60

* Lp = Lolium perenne
Pp = Poa pratensis
Phl = Phleum pratense
Phl no = Phleum nodosum

Fr c = Festuca rubra commutata
Fr r = Festuca rubra rubra
Fo = Festuca ovina
Fo dur = Festuca ovina duriuscula

Cy = Cynosurus cristatus
At = Agrostis tenuis
Fa = Festuca arundinacea

Die Sortenliste-Mischungen (SV 4, SV 5, R 1) wurden zur Verfügung gestellt von:

Barenbrug Nederland Arnhem
Cebeco Rotterdam
van Engelen Zaden Vlijmen
D. J. van der Have Kapelle-Biezeling

J. Joorden's Zaadhandel Venlo-Blerick
Mommersteeg's Zaadhandel Vlijmen
Zwaan en de Wiljes Zaadhandel Scheemda

Innerhalb dieser Sortenlisten-Mischungen wurden durch die genannten Gräserzuchtfirmen viele Versuche mit neuen Sorten durchgeführt.

Auch die Ansaat dieser Mischungen ist mit Hilfe der günstigen Witterung zusammen mit zeitweiligem leichtem Regen und Tagstemperaturen über 20° C, die die Bodentemperatur noch vier Wochen lang über 10° C hielten, hervorragend gelungen.

Diese Versuche wurden sofort mit 30 kg/ha Stickstoff (N), 80 kg/ha Kali (K₂O) und 40 kg/ha Phosphorsäure (P₂O₅) gedüngt.

3. Nachsaat

Geprüft wurde eine Nachsaat (Ende Juni 1972) in eine stark verunkrautete Fläche zwischen 2 Versuchsfeldern, wobei ein „Verticut“ verwendet wurde, der mit 5 cm Zwischenraum Schlitzte von etwa 2 cm Tiefe in den Boden schneidet. Die Hälfte der Fläche wurde mit einer Monokultur von Lolium perenne (Sorte Manhattan) eingesät, die andere Hälfte mit Poa pratensis (Sorte Baron).

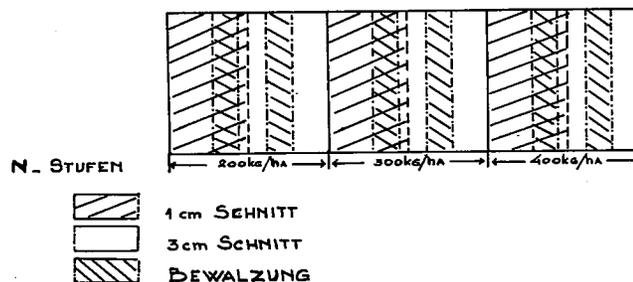
In dieser Periode herrschte eine sehr feuchte Witterung, so daß die Nachsaat sehr gut gelang.

Dieser Versuch wurde zusammen mit den Einsaaten von 1971 in die Bewalzung mit der bekannten Stollenwalze mit aufgenommen.

4. Düngung

Der Düngungsversuch steht wegen seiner Bedeutung für das Wachstum der Gräser noch immer im Brennpunkt des Interesses. Insbesondere die Stickstoffdüngung ist nach wie vor wichtiger Diskussionspunkt. Dies war der Anlaß zu einem

Versuch mit verschiedenen Stickstoffstufen zu Ansaatmischungen nach dem folgenden Schema:

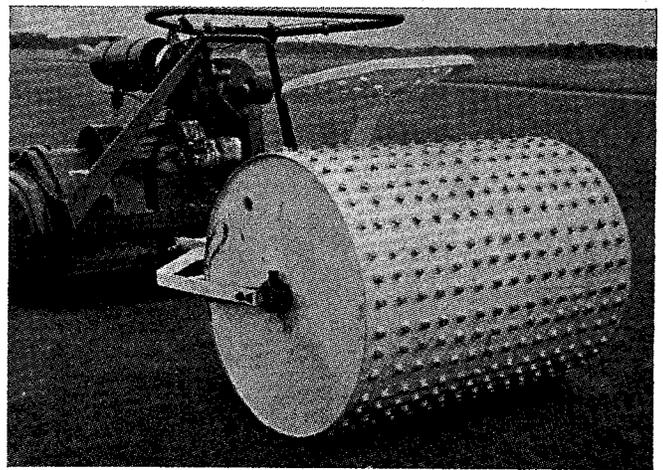
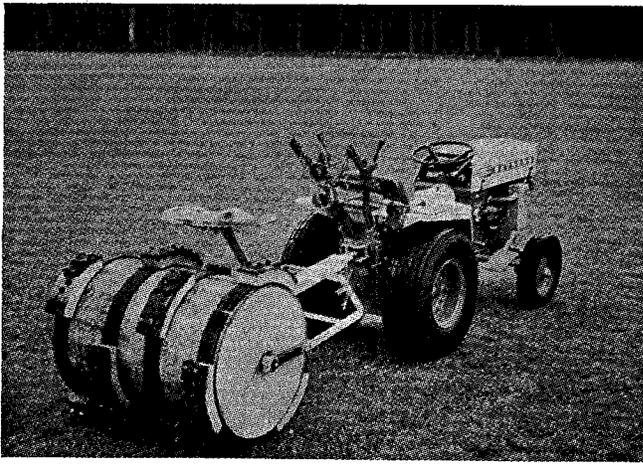


Bisherige Ergebnisse der Versuche

Die im Jahre 1968 angesäten Monokulturen sind inzwischen über 3 Spielperioden bewalzt worden, und die Beobachtungen haben gezeigt, daß die Trittresistenz von Poa pratensis-Sorten sehr verschieden ist.

Die besten Sorten in diesem Versuch sind Sydsport (Winterfarbe aber wenig befriedigend), Merion und Baron, obwohl der Anteil an Poa annua im Jahre 1972 stark zugenommen hat (jetzt etwa 15% in der Bewalzungzone). Hierfür dürfte das feuchte Wetter von 1972 ausschlaggebend gewesen sein. Bei Lolium perenne bestehen zwischen den Weidetypen keine großen Unterschiede. Die meisten Sorten sind gut trittresistent, der Rasen bleibt aber ziemlich offen und Kurzschnitt (1 cm) wird weniger gut vertragen.

Phleum pratense erwies sich nach einigen Jahren als weniger



trittresistent, ebenso wie *Phleum nodosum*. Diese beiden Gräser sollten deshalb auch nur als Schutz für die Langsamkeimer und als Bodenfixierung während der Keimungsperiode betrachtet werden.

Sorten von *Festuca rubra* besitzen keine Trittsistenz und ihr Anwendungsbereich erstreckt sich vornehmlich auf feine Zierrasen, ebenso wie *Agrostis tenuis*, obwohl es für Golfgreens zusammen mit *Festuca rubra* sehr brauchbar ist. Hier aber sind Mähresistenz und Krankheitsresistenz genau so wichtig oder noch wichtiger als die Trittsistenz.

Von der Einsaat 1971, die jetzt ein halbes Jahr bewalzt wird, sind erst vorläufige Ergebnisse vorhanden. Das Endergebnis wird in etwa 3 Jahren zu erwarten sein. —

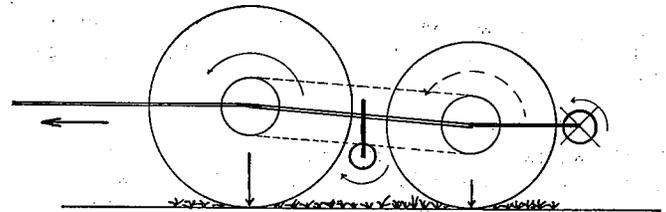
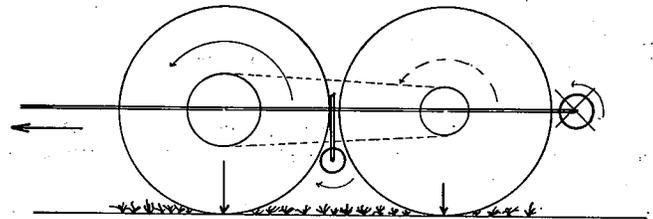
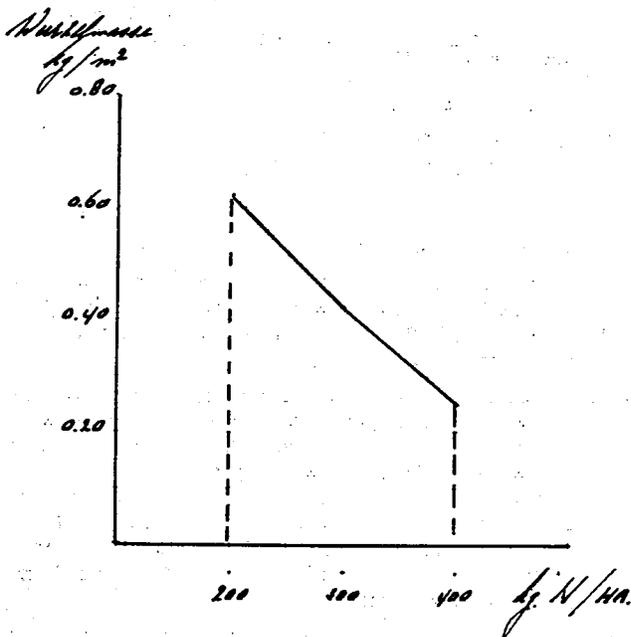
Einige Beobachtungen sind jedoch bereits erwähnenswert. So wurden die Sorten von *Cynosurus cristatus*, *Credo* und *Encresta*, durch Befall mit *Fusarium* völlig vernichtet.

Von den *Poa pratensis*-Sorten sind 2 Sorten wegen Befall mit *Helminthosporium vagans* schon völlig ausgeblieben, während *Prato* und *Arista* unter dieser Krankheit sowie unter Bewalzung schwer leiden. Die Entdeckung des Jahres, die Sorte „Manhattan“ von *Lolium perenne*, war zusammen mit der Sorte „Sprinter“ im Herbst stark von *Corticium fuciforme* befallen, was bei den normalen Weidetypen nur selten der Fall ist. Bei einer N-Düngung mit 400 kg/ha Reinstickstoff war der Befall durch *Corticium* bei „Manhattan“ etwa gleich stark wie die Schädigung der anderen Sorten mit einer N-Düngung von 200 kg/ha Reinstickstoff.

Zu den Mischungen lassen sich noch wenige Aussagen machen, auffällig jedoch ist, daß die Bewalzung bei einer N-Düngung mit 200 kg/ha besser ertragen wird als bei N-Düngung mit 400 kg/ha. Eine Erklärung findet sich teilweise in der nachstehenden Grafik, die einen deutlichen Hinweis auf die bei hoher N-Gabe reduzierte Wurzelbildung vermittelt.

Neuer Entwurf einer Stollenwalze

Die Stollenwalze ist inzwischen als Testapparat für Versuchsfelder mit Sportrasen sehr bekannt geworden. Auch in Papendal führt diese Walze jede Woche ihre „Wettkämpfe“ durch. Mit der Zunahme von Sorten und Versuchen ist auch die Zeit für das Bewalzen ständig angestiegen. Um ein genügend intensives Betreten zu erreichen, muß man jede Fläche 4 mal



bewalzen. Hierfür wird bei dem heutigen Areal wöchentlich ein Tag benötigt. Hieraus ergab sich die Frage, wie man die Frequenz der Arbeitsgänge verringern könnte. Sie führte zu einem Neuentwurf einer Stollenwalze nach folgender Abbildung, wobei in Abbildung I die Durchmesser der Walzen gleich sind. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der zweiten Walze, die leichter als die erste ist, kann aber mit Zahnrädern und Kette geregelt werden.

Bei Modell II sind die Zahnräder gleich, aber der Durchmesser der zweiten Walze ist kleiner als der Durchmesser der ersten, ferner auch leichter im Gewicht. Mit dem Schlupf, der in diesem System eingebaut ist, ist mindestens derselbe Schaden in einem Arbeitsgang zu erwarten, der zuvor bei 4 Arbeitsgängen auftrat.

Zusammenfassung

Es erfolgt eine Darstellung des gegenwärtigen Versuchsprogramms der Versuchsstation der Niederländischen Sportfederation in Papendal-Arnhem.

Im Mittelpunkt neuer Versuchsanstellungen stehen Probleme der Nachsaat, der Spätsaat, der Düngung und der Stollenbewalzung sowie Sorten- und Mischungsfragen.

Als interessanteste Einzelergebnisse sei auf die Verringerung der Belastbarkeit der Rasendecke bei überhöhter Stickstoffdüngung verwiesen, die in enger Beziehung zur Reduktion der Wurzelmassebildung steht. Ferner wird die Neukonstruktion einer doppelgliedigen Stollenwalze mit differenzierter Umdrehungsgeschwindigkeit vorgestellt.

Summary

Information is provided on the present experimental programme carried out by the experiment station of the Netherlands Sports Federation at Papendal-Arnhem.

These experiments concentrate on problems of reseeded, late seeding, fertilization, prop-rolling as well as on questions relating to varieties and mixtures.

The most interesting finding of these experiments is the fact that the turf cover is less able to stand wear and tear when too much nitrogen fertilizer is applied, which again is closely related with the reduction in the formation of roots. A new make of a double-blade proroller with differentiated velocity of revolution is also presented.

Trockenrasen an Straßenrändern: Untersuchungen zur Ermittlung pflegeextensiver Ansaatmischungen

H. Hiller, Berlin

Inhaltsübersicht:

1. Trockenrasen an Straßenrändern — warum?
2. Zur Wahl der Trockenrasenpflanzen
3. Anlage und Pflege der Versuchsparzellen
 - 3.1. Trockenrasen am Straßenrand
 - 3.2. Trockenrasen auf dem Versuchsfeld
 - 3.3. Trockenrasen auf fünf verschiedenen Böden
4. Die entstandenen Rasennarben
 - 4.1. Die Trockenrasennarben am Straßenrand
 - 4.2. Die Trockenrasennarben auf dem Versuchsfeld
 - 4.3. Die Trockenrasennarben auf fünf verschiedenen Böden
5. Folgerungen für ansaatwürdige Trockenrasen an Straßen
 - 5.1. Vorschläge zur Artenwahl
 - 5.2. Empfehlungen zur Anlage und Extensivpflege
6. Zusammenfassung
Literaturverzeichnis

1. Trockenrasen an Straßenrändern — warum?

Seit 1962 (7) wird in Berlin (West) der sog. Unkrautbewuchs auf den ungepflasterten Straßenrändern zwischen Bordstein und dem geschotterten bzw. gepflasterten Gehweg mittels Totalherbiziden vernichtet, um der Verpflichtung zur Unkrautbeseitigung als Teil der ordnungsmäßigen Straßenreinigung (7) nachzukommen. Bekanntlich ist die Verwendung von Herbiziden in umwelthygienischer Sicht nicht unbedenklich; denn über das Verhalten dieser Chemikalien im Boden, über ihren Einfluß auf die Bodenkleinlebewesen und die Denaturierung des Grundwassers ist insbesondere bei langjährig wiederholter Verwendung noch zu wenig gesichertes bekannt. Infolgedessen ist es beim derzeitigen Stand des Wissens lediglich zu verantworten, Herbizide nur dort auszubringen, wo es zwingend notwendig ist, d. h. wo ihr Einsatz z. B. innerhalb landwirtschaftlicher Kulturen durch gar nichts anderes ersetzt werden kann. Der sog. Unkrautbewuchs an den Straßenrändern rechtfertigt jedoch keinesfalls ein derart massives, biozönotisch bedenkliches Vorgehen (SUKOPP, 1972).

Im Grunde genommen geht es ja nur darum, im Rahmen der „Verkehrssicherungspflicht sowie ordnungsmäßigen Stadtreinigung“ (7), die Pflanzen an den Straßenrändern am Hochwachsen zu hindern, jedoch keineswegs völlig zu vernichten.

Man sollte sich an den verantwortlichen Stellen im Klaren darüber sein, daß mit der chemischen Vernichtung des Pflanzenbewuchses an den Straßenrändern gleichzeitig einer der wenigen positiven Umweltfaktoren in der lebensfeindlichen Steinwüste Stadt (ERIKSEN, 1971) vernichtet wird; denn jede, auch die kleinste vegetationsbedeckte Fläche übt einen, mittels Messungen genau erfaßbaren positiven Einfluß aus (BERNATZKY, 1970 a, 1970 b). Zum Komplex der Wohlfahrtswirkungen von Vegetationsflächen zählen u. a. Sauerstoffproduktion (STÄHLIN und SCHÄFER, 1972), Luftbefeuchtung, Temperatursausgleichung, Versickerungsmöglichkeiten für Niederschläge zur Wasserversorgung der an der Grenze des Existenzminimums vegetierenden Straßenbäume und nicht zuletzt die Luftreinigung durch Staubbindung. Außerdem erzeugen Grünflächen selbst keinen Staub.

Überdies trägt die unter Grünflächen mögliche Tätigkeit der Bodenmikroorganismen zum Abbau und damit zur hygienisch einwandfreien Vernichtung der besonders in Berlin überreichlichen Hundefäkalien bei. Hingegen bleiben auf kahlen vegetationslosen Straßenrändern die hygienisch äußerst bedenklichen Hundefäkalien (SCHULZE, 1972) lange liegen, trocknen im Laufe der Zeit und werden dann mit dem übrigen Straßenstaub vom Wind in die Umgebung verfrachtet. Ferner sind unbefestigte, vegetationsfreie Bürgersteigflächen bei nassem, aufgeweichtem Boden nicht begehbar, während eine niedrige Pflanzennarbe das ganze Jahr hindurch betreten werden kann. Also ist anstelle der chemischen Vernichtung des straßenbegleitenden sog. Unkrautbewuchses nur erforderlich, die Pflanzennarbe kurz zu halten. Das kann mittels geeigneter Mähgeräte ohne weiteres durchgeführt werden. Beim Vergleich des Aufwandes an Arbeit, Gerät und Materialien bei der umweltfeindlichen Herbizidverwendung stellt sich der umweltneutrale Mulchschnitt mit schlagkräftigen Schlegelmähern sogar noch billiger (OLBERG und SCHNEBLE, 1973)!

2. Zur Wahl der Trockenrasenpflanzen

Da zumeist die sich von allein eingefundene straßenbegleitende Vegetation größtenteils aus recht hochwüchsigen Pflanzen, z. B. *Artemisia vulgaris*, *Atriplex patula*, *Lepidium ru-*

derale, zusammensetzt, und meistens keine dichte Pflanznarben bildet, bietet es sich an, pflegearme sowie standortgemäße Rasennarben mittels Ansaat entsprechender Pflanzen anzusiedeln.

So wurden im Jahre 1967 fünf pflegeextensive Ansaatmischungen aus vorwiegend perennen trockenheitsverträglichen, dabei möglichst kurzwüchsigen, tritt- und schnittfesten Pflanzenarten zusammengestellt, wie Tabelle 1 zeigt.

Bei der Entwicklung dieser Ansaatmischungen ist der Verf. ausgegangen von für den Berliner Raum standortgemäßen Vegetationseinheiten; jedoch mußte auf eine genaue systematische Zuordnung zu definierten pflanzensoziologischen Einheiten verzichtet werden, weil die Auswahl begrenzt wird durch die im Saatguthandel erhältlichen Pflanzenarten.

Die Ansaatmischung I wurde zusammengesetzt aus entsprechenden Arten der Silbergrasflur.

Die Ansaatmischung II wurde zusammengestellt aus Arten des Schafschwingel-Grasnelkenrasens.

Die Ansaatmischung III wurde angelehnt an Arten, die auf grundwasserfernen Moränensanden im östlichen Grunewald (8) zu finden sind.

Die Ansaatmischung IV enthält Arten der Trittrasen. *Lolium perenne* wurde absichtlich nicht aufgenommen, weil es wegen seines raschen Zuwachses sehr mähintensiv ist.

Die Ansaatmischung V setzt sich zusammen aus drei „typischen“ Rasengräserarten mit weiter ökologischer Amplitude (BOEKER, 1968).

Ob es überhaupt sinnvoll ist, derartige Ansaatmischungen nach pflanzensoziologischen Gesichtspunkten zusammenzustellen, erscheint heute dem Verf. sehr fraglich; denn die Artenkombinationen pflanzensoziologischer Einheiten haben sich im Laufe der Zeit auf zumeist naturnahen, anthropogenen weniger stark beeinflussten Standorten entwickelt. An-

gesäte Rasennarben hingegen unterliegen schon aufgrund ihrer Zweckbestimmung starken anthropogenen Einflüssen. Hinzu kommt bei den hier erörterten straßenbegleitenden Trockenrasen das trockene, warme Stadtklima (REIDAT, 1969), der durch Schotterung veränderte Boden, Staubablagerungen, Verkehrsabgase und Eutrophierung durch Hundefäkalien. Darüberhinaus sind als einkalkulierte Faktoren das Betreten und der, wenn auch extensive, Schnitt zu berücksichtigen.

Infolgedessen hält es der Verf. jetzt für sinnvoll, Rasennarben mit bestimmter Zweckwidmung als sog. Zweckgemeinschaften aufzufassen und ihre Bestandesbildner zusammenzustellen aus Rasengräserarten in Sorten mit zweckentsprechenden Eigenschaften; hier z. B. wären Trockenheitsverträglichkeit und Trittfestigkeit wesentlich. Da bei Versuchsbeginn im Jahre 1967 dem Verf. noch spezielle Kenntnisse über das Verhalten von Rasengräserarten unter dem Berliner, subkontinental getönten, Klima gefehlt hatten, sind in diese Untersuchungen keine Rasengräserarten einbezogen worden. In Tabelle 2 sind die Gewichtsanteile der einzelnen Mischungspartner aufgeführt. Aus heutiger Sicht wäre der Anteil von *Poa pratensis* erheblich größer zu wählen, hingegen die Gewichtsanteile der *Agrostis*-Arten wesentlich geringer anzusetzen.

Die Leguminosen, die jeder Ansaatmischung zusätzlich hinzugefügt worden sind, sollten als Starthilfe eine sog. „Ammenfunktion“ ausüben, ohne dabei auf die Bestandesbildner verdrängend zu wirken.

3. Anlage und Pflege der Versuchspartellen

3.1. Trockenrasen am Straßenrand

Als praxisnahe Versuchsanlage wurden auf dem Bürgersteig Lentzeallee 76–86 in Berlin-Dahlem, vor dem Gelände des

Tabelle 1:

5 Trockenrasenmischungen: Eigenschaften der Narbenbildner nach ELLEN BERG, modifiziert für Rasenzwecke

Ansaatmischung	Trockenheitsverträglichkeit	Trittfestigkeit	Schnittfestigkeit
I			
<i>Agrostis tenuis</i>	indifferent	mäßig	gut
<i>Corynephorus canescens</i>	sehr gut	gering	gering
<i>Festuca ovina</i>	gut	mäßig	mäßig
<i>Sedum acre</i>	sehr gut	fehlt	fehlt
<i>Medicago lupulina</i>	mäßig	gering	mäßig
II			
<i>Festuca ovina</i>	gut	mäßig	mäßig
<i>Poa pratensis</i>	gut	sehr gut	sehr gut
<i>Achillea millefolium</i>	indifferent	gut	gut
<i>Thymus serpyllum</i>	gut	gering	?
<i>Trifolium dubium</i>	mäßig	gering	gering
III			
<i>Agrostis tenuis</i>	indifferent	mäßig	gut
<i>Deschampsia flexuosa</i>	gut	gering	mäßig
<i>Poa pratensis</i>	gut	sehr gut	sehr gut
<i>Medicago lupulina</i>	mäßig	gering	mäßig
IV			
<i>Agrostis stolonifera</i>	gering	gut	gut
<i>Poa annua</i>	gering	sehr gut	gut
<i>Poa trivialis</i>	gering	gut	mäßig
<i>Polygonum aviculare</i>	indifferent	sehr gut	?
<i>Trifolium repens</i>	indifferent	gut	gut
V			
<i>Agrostis tenuis</i>	indifferent	mäßig	gut
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>rubra</i>	indifferent	mäßig	sehr gut
<i>Poa pratensis</i>	gut	sehr gut	sehr gut
<i>Trifolium repens</i>	indifferent	gut	gut

Tabelle 2:

5 Trockenrasenmischungen: Saatgutmenge je Flächeneinheit

Ansaatmischung I	g/m ²
<i>Agrostis tenuis</i>	1,0
<i>Corynephorus canescens</i>	3,0
<i>Festuca ovina</i>	3,0
<i>Sedum acre</i>	0,5
<i>Medicago lupulina</i>	2,0
	<hr/>
	9,5 g/m ²
Ansaatmischung II	
<i>Festuca ovina</i>	3,0
<i>Poa pratensis</i> ssp. <i>angustifolia</i>	3,0
<i>Achillea millefolium</i>	2,0
<i>Thymus serpyllum</i>	1,0
<i>Trifolium dubium</i>	1,0
	<hr/>
	10,0 g/m ²
Ansaatmischung III	
<i>Agrostis tenuis</i>	2,0
<i>Deschampsia flexuosa</i>	3,0
<i>Poa pratensis</i> ssp. <i>angustifolia</i>	2,0
<i>Medicago lupulina</i>	3,0
	<hr/>
	10,0 g/m ²
Ansaatmischung IV	
<i>Agrostis stolonifera</i>	2,0
<i>Poa annua</i>	2,0
<i>Poa trivialis</i>	3,0
<i>Polygonum aviculare</i>	1,0
<i>Trifolium repens</i>	2,0
	<hr/>
	10,0 g/m ²
Ansaatmischung V	
<i>Agrostis tenuis</i>	2,0
<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>rubra</i>	3,0
<i>Poa pratensis</i> ssp. <i>angustifolia</i>	3,0
<i>Trifolium repens</i>	2,0
	<hr/>
	10,0 g/m ²

Institutes für Kulturtechnik und Grünlandwirtschaft, am 11. August 1967 mit „Duldung“ (15) des zuständigen Tiefbauamtes die Trockenrasen angesät.

Vorher war der Boden von Unkrautresten mechanisch befreit und eingeebnet worden. Unmittelbar vor dem Ausstreuen des Samens wurde der Boden mittels Eisenharken leicht aufgeraut und sofort nach der Ansaat wurde das Saatgut quer zum ersten Harkenstrich eingearbeitet und anschließend wieder quer zur letzten Arbeitsrichtung angewalzt. Die einzelnen Parzellen lagen unmittelbar am Bordstein und waren je 15 m lang und 1 m breit. Die Mischung I bis V lagen jeweils hintereinander in dreifacher Wiederholung.

Es wurde keine Startdüngung verabreicht und auch später nicht gedüngt. Ferner wurde nicht zusätzlich beregnet.

Im Sommer 1968 mußten Ruderalunkräuter, wie *Atriplex patula* und *Lepidium ruderales*, gejätet werden.

Über ein Jahr nach Ansaat, im September 1968, wurde einmal gemäht mittels Sense in Ermangelung eines geeigneteren Mähgerätes, z. B. Schlegelmäher. Das Mähgut wurde zusammengeharkt und abgefahren.

Da dieser geschotterte Bürgersteig Ende April 1967 mit dem persistenten Totalherbizid Vorox behandelt worden war, entwickelte sich die Ansaat nur kümmerlich. Zur Ermittlung, ob und wie stark noch die herbizide Wirkung im Boden war, wurden vor der Aussaat Ende Juli 1967 Bodenproben entnommen für Herbizid-Tests mit Salat und Kresse. Der am 24. Juli 1967 angesetzte Test mit der Kopfsalat-Sorte „Tenax“ ergab noch eine starke herbizide Wirkung. Hingegen zeigte der am 3. August 1967 angesetzte Test mit Kresse (*Lepidium sativum*) keinen eindeutigen Herbizid-Einfluß. So wurden die Trockenrasen-Parzellen am 11. August 1967 angesät, um mit einer möglichst geschlossenen Rasennarbe in den Winter

gehen zu können. Die spärliche Entwicklung des Trockenrasens in der Folgezeit bewies jedoch, daß die herbizide Wirkung noch zu stark war.

Überliegender bzw. ausgefallener Samen konnte auch nicht zur späteren Verdichtung der Trockenrasennarbe beitragen, weil im Frühjahr 1968 und 1969 der Rasenstreifen von den Straßenreinigern mit ungewöhnlicher Sorgfalt abgekehrt worden war.

So wurde die Versuchsanlage auf derselben Fläche am 2. September 1969 wiederholt, nachdem sich die zuständige Stelle bei der Berliner Stadtreinigung bereiterklärt hatte, dort vorläufig keine Herbizide ausbringen zu lassen (10).

Zusätzlich zum Ansaatvorgang wie im Jahre 1967 wurden die Parzellen zum Schutz gegen Verwehung und übermäßige Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit mit dem synthetischen Bodenfestiger Curasol AE (Hersteller: Farbwerke Höchst AG, Frankfurt am Main) übersprüht in der Menge von 25 g/m² in der Verdünnung 1 : 40.

Nachdem auf den Ansaatflächen ein erfolgversprechender Jungpflanzenwuchs aufgekommen war, wurde reichlich ein Monat nach Ansaat, am 9. Oktober 1969, während der Verf. in Urlaub war, ohne Vorankündigung (!) ein Kabelgraben zwecks Verlegung eines Hochspannungskabels (16) von der BEWAG (= Berliner Elektrizitätswerke) angelegt. Dabei wurde der Jungwuchs durch das Befahren mit Baggern sowie Überschütten mit Grabenaushub zerstört.

Auf eine nochmalige Wiederholung dieses Trockenrasenversuchs auf Straßenland wurde verzichtet, weil ähnliche Vernichtungen der Versuchsanlage nicht auszuschließen waren; denn der Informationsfluß zwischen den einzelnen Dienststellen, die auf Straßenland arbeiten, Stadtreinigung, Tiefbauämter, Stadtbewässerung, Stadtentwässerungswerke, GASAG (= Gaswerke), BEWAG (= Elektrizitätswerke) und Post läßt sehr zu wünschen übrig.

Dadurch wurde wieder einmal die alte Erfahrung bestätigt, daß Versuchsanlagen nur auf eigenem, umzäuntem Gelände durchführbar sind. Das ist allerdings in Hinblick auf Vegetationsversuche unter Praxisbedingungen außerordentlich zu bedauern.

3.2. Trockenrasen auf dem Versuchsfeld

Um die ungestörte Entwicklung dieser fünf Trockenrasen verfolgen zu können, wurde auf dem Versuchsfeld des Institutes für Kulturtechnik und Grünlandwirtschaft in Berlin-Dahlem ein Parallelversuch angelegt, ebenfalls in dreifacher Wiederholung. Angesät wurde am 12. August 1968 mit Saatgut aus der gleichen Lieferung.

Die einzelnen Parzellen waren jeweils quadratisch mit 10 m² Fläche. Zu ihrer Begrenzung wurden Trennstreifen aus *Dactylis glomerata* eingesät.

Der Boden dieser Feldparzellen läßt sich bezeichnen als schwach humoser, lehmiger Sand mit schwach saurer Bodenreaktion und ist somit als recht günstig für die meisten Gräser anzusehen.

Die Pflege mußte intensiver als beabsichtigt vorgenommen werden: Von der stark verkrauteten Vorfrucht (Erdbeeren) her waren reichlich Unkrautsamen im Boden, so daß hauptsächlich *Capsella bursa-pastoris*, *Galinsoga quadriradiata*, *Senecio vulgaris*, *Sonchus arvensis* und *Stellaria media* gejätet werden mußten. Ferner mußte erheblich öfter gemäht werden, weil die Parzellen — entgegen dem Versuchsplan! — versehentlich Volldüngung und zusätzlich Wasser im Zuge der Pflege der benachbarten Versuchsanlagen mitbekamen. Die Mahd wurde mittels Spindelmäher als Mulchschnitt vorgenommen alle 10 bis 15 Tage während der Vegetationsperiode.

3.3. Trockenrasen auf fünf verschiedenen Böden

Um außerdem festzustellen, ob und wie der Standortfaktor Boden die Ausbildung der einzelnen Ansaatmischungen, d. h. die Bestandesanteile der einzelnen Mischungspartner be-

einflußt, wurden die fünf Ansaatmischungen auf fünf verschiedene Bodenarten ausgesät. Das Saatgut stammte ebenfalls aus den gleichen Saatgutpartien und wurde am 16. Mai 1968 gesät in je 1 m² große, 1 m tiefe Beton-Gefäße. Aus Platzmangel konnte allerdings je Bodenart nur je eine Aussaatmischung ausgesät werden, also bedauerlicherweise hier ohne Wiederholungen.

Die fünf Bodenarten lassen sich beschreiben wie folgt:

1. Lehmgiger Sand sehr schwach humos mit alkalischer Bodenreaktion. Sein Kalkgehalt ist als hoch zu bezeichnen. Die Versorgung mit pflanzenverfügbaren Nährstoffen ist bei K₂O mit niedrigem bis mittlerem Gehalt und bei P₂O₅ mit mittlerem bis hohem Gehalt anzugeben.
2. Lehmgiger Ton schwach humos mit neutraler Bodenreaktion. Sein Kalkgehalt ist mittel. Die Versorgung mit pflanzenverfügbaren Nährstoffen ist bei K₂O als mittel bis hoch und bei P₂O₅ als hoch zu bezeichnen.
3. Reiner Lehm-Boden sehr schwach humos bis schwach humos mit schwach saurer bis neutraler Bodenreaktion. Sein Kalkgehalt ist mittel zu nennen. Die Versorgung mit pflanzenverfügbaren Nährstoffen kann bei K₂O mit niedrigem bis mittlerem Gehalt und bei P₂O₅ als mit mittlerem Gehalt angegeben werden.
4. Reiner Sandboden mit hohem Mittelsandanteil, sehr humusarm mit neutraler Bodenreaktion und hohem Kalkgehalt. Die Versorgung mit pflanzenverfügbaren Nährstoffen ist bei K₂O schlecht und bei P₂O₅ mäßig zu nennen.
5. Leicht lehmiger Feinsand, sehr humusarm mit alkalischer Bodenreaktion und geringem Kalkgehalt. Bezüglich der Versorgung mit pflanzenverfügbaren Nährstoffen ist er als mit K₂O schlecht und mit P₂O₅ als mäßig versorgt anzusehen.

Auch hier mußte intensiver gepflegt werden, als im Versuchsplan beabsichtigt war. Da Unkräuter auf derart kleinen Parzellen von nur 1 m² Fläche insbesondere im Jungwuchsstadium den Narbenschuß erheblich beeinträchtigen, mußten folgende Fremdarten gejätet werden: *Capsella bursa-pastoris*, *Cirsium arvense*, *Galinsoga quadriradiata*, *Oxalis stricta*, *Senecio vulgaris*, *Sonchus arvensis*, *Stellaria media* und *Taraxacum officinale*.

Auf mehrmalige zusätzliche Beregnung als Starthilfe konnte im Frühsommer 1968 nicht verzichtet werden.

Der Schnitt wurde planmäßig extensiv durchgeführt:

1. Schnitt Mitte September 1968,
2. Schnitt 2. Juni 1969 und
3. Schnitt 30. Juli 1970.

4. Die entstandenen Rasennarben

Der Pflanzenbestand der einzelnen Parzellen wurde jeweils erfaßt wie folgt: Die Deckung und Lücken der Narbe sowie die Bestandsanteile der einzelnen Pflanzenarten wurden in v. H. (KLAPP, 1949) geschätzt; jedoch nicht als Ertrags-, sondern als Flächenanteile, weil die Flächendeckung der einzelnen Narbenbildner für die jeweilige Aufgabenerfüllung von Rasennarben wesentlich ist.

Im folgenden wird die Entwicklung der Pflanzenbestände der einzelnen Versuchsanlagen – Straße, Feld und Kleinparzellen – dargelegt. In der Tabelle 3 sind die Vorkommen der angesäten Arten mit über 40 v. H. Stetigkeit und 1 v. H. Deckung aufgenommen *).

4.1. Die Trockenrasennarben am Straßenrand

Wie aus Tabelle 3 zu ersehen ist, läßt die Flächendeckung ein Jahr nach Ansaat mit ihren erheblichen Lückenanteilen sehr zu wünschen übrig. Das kann mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit durch die Herbizidnachwirkung erklärt werden (vergl. 3.1.). Zwei Jahre nach Ansaat zeigt die Ansaatmischung II eine dichtere Narbe durch die Zunahme von *Achillea millefolium*, die sich mittels ihrer Rhizome ausgebreitet hat. Auch die Ansaatmischung V hat eine dichtere Narbe entwickelt, weil die narbenwertvolle *Poa pratensis* sich gleichfalls mittels ihrer Rhizome flächenmäßig vermehren konnte.

Was die Flächenanteile der einzelnen angesäten Pflanzenarten anbetrifft, so haben sich eindeutig ausbreiten können *Poa pratensis* und *Achillea millefolium*.

Hingegen zeigen *Agrostis tenuis*, *Festuca ovina*, *Medicago lupulina* und *Trifolium repens* keine eindeutige Entwicklungstendenz.

Flächenmäßig erheblich zurückgegangen sind: *Corynephorus canescens*, *Thymus serpyllum*, sowie die kurzlebigen *Poa annua* und *Polygonum aviculare*.

Poa trivialis hat erst im zweiten Jahr knapp 3 v. H. Flächenanteil erreichen können.

Von Anbeginn an sind ausgefallen: *Deschampsia flexuosa*, *Agrostis stolonifera* – letztere wohl aus Wassermangel – und *Trifolium dubium*.

Was die Verunkrautung (vergl. Fußnote auf S. 8) angeht, so soll hier unterschieden werden zwischen den angesäten Pflanzenarten, die sich in Parzellen, wo sie nicht angesät waren, vereinzelt „eingeschmuggelt“ hatten, und den sog. absoluten Fremdarten, wie z. B. den Ruderalunkräutern. Von den in anderen Parzellen angesäten Arten sind mit über 1 v. H. Flächenanteile erwähnenswert: *Agrostis tenuis*, *Festuca ovina*, *Poa pratensis* und *Achillea millefolium*. Von den absoluten Fremdarbeiten treten mit beachtlichen Flächenanteilen auf: *Atriplex patula*, *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Lepidium ruderales*, *Eragrostis poaeoides*, *Panicum crus-galli*. Von diesen Arten war sehr wahrscheinlich im Boden noch Samen vorhanden und eine Zuwanderung von der anderen Straßenseite ist auch nicht auszuschließen.

4.2. Die Trockenrasennarben auf dem Versuchsfeld

Wie Tabelle 3 zeigt, ist ein dreiviertel Jahr nach Ansaat die Narbendichte aller Parzellen mit Lückenanteilen unter 30 v. H. durchaus befriedigend. Etwa zwei Jahre nach Ansaat haben sich Narben noch weiter verdichtet sowie ihre Lücken verringert.

Das ist sehr wahrscheinlich durch die unplanmäßig intensive Pflege (vergl. 3. 2.) mit Bewässerung und Düngung zu erklären. Von den angesäten Narbenbildnern haben ihre Bestandesanteile eindeutig vermehrt: *Agrostis tenuis*, *Festuca ovina*, *Poa annua*, *Trifolium dubium* und *repens*.

Dagegen sind hier *Festuca rubra rubra*, *Poa pratensis*, *Poa trivialis*, *Achillea millefolium*, *Sedum acre* und *Medicago lupulina* flächenmäßig zurückgegangen.

Was nun die Fremdarten (vergl. Fußnote auf S. 8) anbetrifft, so haben sich von den angesäten Arten *Poa annua*, *Poa pratensis*, *Achillea millefolium* und *Trifolium repens* mit über 1 v. H. Flächenanteilen in andere Parzellen „verirrt“. Als absolute Fremdarten fallen hier auf: *Arabidopsis thaliana*, *Capsella bursa-pastoris*, *Cerastium caespitosum*, *Crepis biennis*, *Stellaria media*, und *Veronica chamaedris*.

Bemerkt sei, daß diese Feldparzellen ebenso wie die im folgenden unter 4.3. behandelten Kleinparzellen keiner zusätzlichen Trittbelastung – außer bei den Pflegeschnitten – ausgesetzt waren. Da die unter 4.1. behandelten straßenbegleitenden Trockenrasen nur sehr selten von Fußgängern betreten wurden, soll hier die mechanische Belastung durch Tritt nicht näher erörtert werden.

4.3. Die Trockenrasennarben auf fünf verschiedenen Böden

Es muß vorausgeschickt werden, daß der Aussagewert der Kleinparzellen gering ist, weil hier (vergl. 3.3.) keine Wiederholungen vorliegen. Der vermutete Einfluß der fünf verschiedenen Bodenarten auf die Ausbildung der Narbenzusammensetzungen ließ sich nicht erkennen; einwandfrei fiel nur auf, daß *Sedum acre* und *Tymus serpyllum* die beiden Sandböden deutlich bevorzugten.

Was die Narbenausbildung anbetrifft, so ist ein Vierteljahr nach Ansaat – wie aus Tabelle 3 ersichtlich – die Narbendichte mit ihren Lückenanteilen durchaus befriedigend. Hingegen haben sich ein Jahr nach Ansaat ausnahmslos die Narbendichte verringert sowie die Lückenanteile vergrößert. Das hängt zweifellos mit dem Zurückgehen der Leguminosen zusammen. Die gleiche Tendenz zeigt sich verstärkt 2 1/2 Jahre nach Ansaat. Bezüglich der Flächenanteile der einzelnen angesäten Pflanzenarten haben *Agrostis stolonifera*, *Festuca*

*) Aus Platzgründen wird auf die Beigabe des gesamten Tabellenmaterials verzichtet, das bei d. Verf. eingesehen werden kann.

Tabelle 3:

Entwicklung der fünf Trockenrasen (Flächenanteile in v. H.)

	Straßenrand		Feldparzellen		August 1968	Kleinparzellen		
	September 1968	Juli 1969	Mai 1969	Juli 1970		Mai 1969	Dezember 1970	
Ansaatmischung								
I	D:	48	43	80	90	79	58	66
	L:	68	70	28	22	34	54	50
<i>Agrostis tenuis</i>		7	9	33	43	23	20	35
<i>Corynephorus canescens</i>		11	1	8	—	6	3	—
<i>Festuca ovina</i>		16	10	8	9	3	33	42
<i>Sedum acre</i>		2	2	2	1	—	2	1
<i>Medicago lupulina</i>		13	26	29	12	36	3	—
II	D:	50	57	90	97	92	73	50
	L:	63	53	20	20	31	43	67
<i>Festuca ovina</i>		6	7	10	12	—	10	45
<i>Poa pratensis</i>		14	16	15	11	2	7	24
<i>Achillea millefolium</i>		39	45	37	27	81	64	22
<i>Thymus serpyllum</i>		4	1	1	3	2	1	2
<i>Trifolium dubium</i>		—	—	—	6	2	—	—
III	D:	40	40	80	90	79	63	72
	L:	75	77	25	12	34	54	43
<i>Agrostis tenuis</i>		12	2	27	38	22	20	46
<i>Deschampsia flexuosa</i>		—	—	—	—	—	—	—
<i>Poa pratensis</i>		25	28	28	10	2	23	18
<i>Medicago lupulina</i>		11	10	28	14	40	3	—
IV	D:	28	33	87	98	84	75	57
	L:	83	80	18	22	36	50	66
<i>Agrostis stolonifera</i>		—	—	—	21	46	50	53
<i>Poa annua</i>		2	1	4	7	5	3	—
<i>Poa trivialis</i>		—	3	28	13	—	10	—
<i>Polygonum aviculare</i>		13	12	—	—	8	—	—
<i>Trifolium repens</i>		15	15	25	29	27	17	—
V	D:	35	45	82	100	86	68	79
	L:	83	72	27	20	35	49	43
<i>Agrostis tenuis</i>		6	—	—	9	19	15	9
<i>Festuca rubra rubra</i>		15	12	43	18	14	42	65
<i>Poa pratensis</i>		18	29	15	4	5	10	13
<i>Trifolium repens</i>		10	7	15	36	35	14	—

D = Deckung in v. H.

L = Lücken in v. H.

ovina, *Festuca rubra rubra* und *Poa pratensis* ihre Anteile vermehrt.

Keine eindeutige Entwicklungstendenz zeigen hier: *Agrostis tenuis* und *Thymus serpyllum*.

Erheblich zurückgegangen bzw. im letzten Jahr ausgefallen sind: *Corynephorus canescens*, *Poa annua*, *Achillea millefolium* und die drei Leguminosen.

Poa trivialis ist erst ein Jahr nach Ansaat erschienen und dann wieder verschwunden.

Bei der „Verunkrautung“ (vergl. Fußnote auf S. 8) ist erwähnenswert, daß von den angesäten Arten, die sich in andere Parzellen „eingeschmuggelt“ hatten, *Agrostis stolonifera*, *Agrostis tenuis*, *Festuca ovina*, *Achillea millefolium* und *Trifolium repens* mit je mehr als 1 v. H. aufgefallen sind. Daneben treten von den absoluten Fremdarten auf als sog. „Ungräser“ *Eragrostis poaeoides*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, und als sog. „Unkräuter“: *Hypochoeris radicata*, *Prunella vulgaris* und *Taraxacum officinale* ebenfalls mit je über 1 v. H. Flächenanteilen.

5. Folgerungen für ansaatwürdige Trockenrasen an Straßen

Bei der Gesamtbetrachtung der fünf Trockenrasen und ihrer Mischungspartner fallen die Mischungen II und V positiv auf. Hingegen sind die anderen wegen ihrer kurzlebigen oder sonstwie problematischen Mischungspartner, z. B. *Deschampsia flexuosa*, als nicht ansaatwürdig anzusehen. *Poa trivialis* und die Leguminosen zeigen sich hier ebenfalls als unzuverlässige Bestandesbildner. Hingegen sind hier die „eigentlichen“ Rasenarten *Festuca ovina*, *Festuca rubra rubra*, *Poa pratensis* und auch *Achillea millefolium* auf allen drei Ver-

suchsanlagen durch ihre Ausdauer und Tendenz zur Flächenvergrößerung als ansaatwürdig anzusehen.

5.1. Vorschläge zur Artenwahl

So bieten sich diese Arten für straßenbegleitende Trockenrasen unter den Berliner Klimaverhältnissen an. In Tabelle 4 sind sie in trockenheitsverträglichen Sorten zu einer empfehlenswerten Ansaatmischung zusammengefaßt. *Phleum nodosum* „S 50“ wurde zusätzlich in diese Mischung aufgenommen, weil dieser narbenunschädliche „Schnellstarter“ sich schon etwa eine Woche nach Ansaat zeigt und damit gleichzeitig der Bevölkering, daß dort etwas wächst. So soll das Zwiebellieschgras optisch wirken und damit zur Respektierung und Schonung der Neuansaatflächen beitragen.

5.2. Empfehlungen zur Anlage und Extensivpflege

Obwohl die straßenbegleitenden Trockenrasen äußerst pflegearm sein sollen, muß zu ihrer Etablierung und Erhaltung ein Minimum an gezielter Pflege aufgewendet werden.

5.2.1. Die Ansaat

Vor der Ansaat ist zu beachten, daß der Boden mechanisch (!) vom Unkraut befreit wird, weil auch wenig persistente Herbizide bei entsprechenden Wetterlagen unerwartet lange wirken, und damit die angesäten Jungpflanzen vernichten können. Das beim renomierten Fachhandel arten- bzw. einzelsortenweise gekaufte Saatgut wird in handlichen Mengen bis maximal 10 kg aus den einzelnen Mischungspartnern zusammengestellt und gründlich durchgemischt, um eine möglichst gleichmäßige Artenverteilung zu erreichen.

Da es sich bei den straßenbegleitenden Trockenrasen zum großen Teil um schmale, etwa 1 m breite Streifen handelt, kann die Ansaat und das Einharken des Saatgutes von Hand

Tabelle 4:

Trockenrasenmischung: Saatgutmenge und Eigenschaften der Narbenbildner nach ELLENBERG, modifiziert für Rasenzwecke

g/m ²		Trockenheitsverträglichkeit	Trittfestigkeit	Schnittfestigkeit
2,5	<i>Festuca ovina</i> „Mecklenburger Herkunft“	gut	mäßig	mäßig
3,0	<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>litoralis</i> „Golffrood“	gut	gut	sehr gut
1,0	<i>Phleum nodosum</i> „S 50“	mäßig	sehr gut	sehr gut
5,0	<i>Poa pratensis</i> „Merion“	gut	sehr gut	sehr gut
0,5	<i>Achillea millefolium</i>	indifferent	gut	gut
12,0	g/m ²			

erfolgen, falls keine Rasenbaumaschine beschafft werden kann, z. B. durch Ausleihen von den Gartenbauämtern.

Zur Verhinderung der Verwehung des Sandes und der vorzeitigen Verdunstung der Bodenfeuchtigkeit ist ein Übersprühen der Ansaatfläche mit dem sog. Bodenfestiger Curasol AE (Hersteller: Farbwerke Höchst AG, Frankfurt am Main) empfehlenswert in der Menge von 50 g/m², in der Verdünnung — je nach Wetterlage — von 1 : 20 bis 1 : 40 mit Wasser (6). Ferner ist vor der Ansaat im Zuge der Saatbettbereitung eine mäßige Startdüngung — etwa 30 g/m² eines gekörnten Blauvoldüngers — ratsam.

5.2.2. Die Pflege

Als Starthilfe dient die sog. Jungwuchspflege. Im Falle längerer Trockenheit nach erfolgter Samenkeimung ist eine behutsame Beregnung für die Sämlinge lebenswichtig. Das läßt sich in der Stadt mit ihren Hydranten technisch ohne weiteres durchführen. Sobald sich die Rasennarbe geschlossen hat, brauchen trockenheitsverträgliche Pflanzenarten keine zusätzliche Bewässerung mehr; es sei denn zur Überbrückung seltener Dürrezeiten, wie z. B. im Sommer 1971. Die laufende Pflege dient der Erhaltung einer dauerhaft dichten Trockenrasennarbe und besteht in ein- bis zweimaligen Schnitt im Jahr. Der Schnitt soll einmal die Bestandesbildner veranlassen, niedrig zu bleiben sowie eine dichte Narbe zu bilden und gleichzeitig die eingewanderten hochwüchsigen und damit narbensschädlichen Unkräuter kurz halten und ihre Samenbildung verhindern. Mähzeitpunkte sind — je nach Jahreswitterung — Ende Mai bis Anfang Juni und ggf. September bis Oktober. Als geeignetes, leistungsfähiges Mähgerät bieten sich die neuen selbstfahrenden Schlegelmäher an, die das Mähgut so fein zerkleinern, daß sie u. U. als Mulch auf der Fläche bleiben kann. Falls das im Rahmen der „Ordnungsmäßigen Straßenreinigung“ nicht erwünscht ist, kann das Mähgut mittels moderner, selbstfahrender Sauggeräte unschwer aufgenommen werden.

Eine Düngung dürfte sich erübrigen, weil kein starker Aufwuchs beabsichtigt ist. Auch werden derartige straßenbegleitende Trockenrasen nicht so intensiv betreten, so daß die Narbenbildner nicht viele Verletzungen ihres Pflanzenkörpers regenerieren müßten.

6. Zusammenfassung

Seit 1962 wird in Berlin (West) das sog. Unkraut auf den Straßen durch Totalherbizide vernichtet. Das ist aus umwelthygienischen Gründen äußerst bedenklich. Zwecks Etablierung von straßenbegleitenden, pflegeextensiven Trockenrasen wurden auf pflanzensoziologischer Grundlage fünf Ansaatmischungen aufgestellt. Einzelheiten über Ansaat und Pflege auf drei verschiedenen Versuchsanlagen werden mitgeteilt. Die Entwicklung dieser fünf Mischungen zeigt, daß nur wenige Arten ansaatwürdig sind. Aus diesen Arten: *Festuca ovina*, *Festuca rubra rubra*, *Poa pratensis* in trockenheitsverträglichen Rasensorten sowie *Achillea millefolium* wird eine pflegearme Ansaatmischung zusammengestellt, Empfehlungen zur Anlage und Extensivpflege von straßenbegleitenden Trockenrasen werden gegeben.

Literaturverzeichnis

- Bernatzky, A., 1970 a: Grünflächen und Stadtklima. — Städtehygiene, 21. Jg., H. 6, S. 131—135.
- Bernatzky, A., 1970 b: Grün im Wohnbereich. — Deutsche Bauzeitschrift, H. 2, S. 279—292.
- Boeker, P., 1968: Rasengräser: Eigenschaften und Verwendung. — Blatt XI/2 in: Die Technik in der Landschaftsgärtnerei — Loseblattsammlung — von R. Bohn. — Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Ellenberg, H., 1952: Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung, Bd. II der Reihe Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. — Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Eriksen, W., 1971: Die stadtklimatischen Konsequenzen städtebaulicher Entwicklung. — Städtehygiene, 22. Jg., H. 11, S. 259—262.
- Hiller, H., 1971: Untersuchungen über Keimung von drei Rasengräserarten unter dem Einfluß der Bodenerosionsschutzmittel Curasol AE und AH und Beobachtungen über das Erosionsschutzvermögen von Curasol AE bei Starkregen. — Rasen - Turf - Gazon, 2. Jg., H. 1, S. 21—24.
- Höhlich, Berliner Stadtreinigung, 1973: Fernmündliche Mitteilung.
- Institut für Angewandte Botanik der Technischen Universität Berlin, 1961: Protokolle über die pflanzensoziologischen Übungen im Sommersemester 1961.
- Klapp, E., 1949: Landwirtschaftliche Anwendungen der Pflanzensoziologie. — Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Olberg, R. und H. Schneble, 1973: Rationelle Landschaftspflege nicht mehr bewirtschafteter Grünflächen. — Forsttechnische Informationen, Nr. 3, S. 20—24.
- Putzker, Berliner Stadtreinigung, 1967 und 1968: Schriftliche Mitteilung.
- Reidat, R., 1969: Einflüsse der modernen Großstadt auf das Klima. — Städtehygiene, 20. Jg., H. 8, S. 183—185.
- Schulze, W., 1972: Umweltverschmutzung durch Hundekot. — Städtehygiene, 23. Jg., H. 4, S. 111—112.
- Stählin, A. und K. Schäfer, 1972: Zur Bedeutung der Rasenflächen und Parkanlagen als „Grüne Lungen“ der Städte bei niedrigen Temperaturen. — Rasen - Turf - Gazon, 3. Jg., H. 2, S. 58—63.
- Sukopp, H., 1972: Wandel von Flora und Vegetation in Mitteleuropa unter dem Einfluß des Menschen. — Berichte über Landwirtschaft, Bd. 50, H. 1, S. 112—139.
- Uhrlau, Tiefbauamt Wilmersdorf, 1967: Fernmündliche Mitteilung.
- Uhrlau, Tiefbauamt Wilmersdorf, 1973: Fernmündliche Mitteilung.

Summary

Since 1962 weeds are killed in Berlin (West) in the streets by the application of total herbicides. This is very dangerous from an environmental and hygienic point of view. For the purpose of establishing a dry turf suitable for road banks and extensive in management five seed mixtures were selected on a plant sociological basis. Details on sowing and maintenance of the three experimental plots are provided. As the development of these five mixtures shows, only few species are worth sowing. From the species *Festuca ovina*, *Festuca rubra rubra*, *Poa pratensis*, in turf species which can stand dryness, and *Achillea millefolium* a seed mixture is compiled which requires little management. Recommendations concerning the establishment and extensive management of dry turfs along roads are provided.

Vorschlag zum Bau einer Rasentennis-Anlage in Wentorf bei Hamburg

W. Skirde, Gießen

1. Aufgabenstellung und grundsätzliche Bemerkungen

Im Bereich der Hamburger Sportschule in Wentorf-Sachsenwald soll auf einer vorhandenen Halbhartfläche eine Rasentennisanlage entstehen, die in Erweiterung von 2 Regelfeldern die Möglichkeit der Nutzung von 3 Spielflächen durch Spielfeldverschiebung bietet. Hierzu ist der vorhandene Belag mit Unterbau zu beseitigen. Der erforderliche Flächenumfang, der über die jetzigen Abmessungen hinausgeht, ist durch Auffüllen und schichtweises Verdichten, damit keine Sackungen entstehen, zu schaffen.

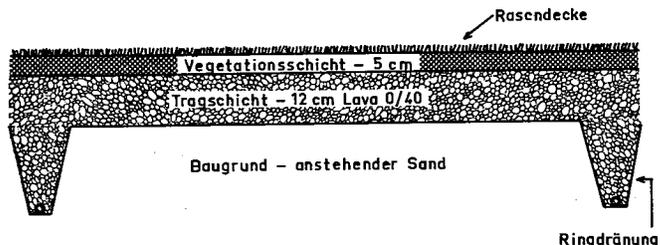
Belastbare Rasensportflächen setzen sowohl einen tragfähigen Spielfeldaufbau als auch eine strapazierfähige Rasendecke voraus. Während die Tragfähigkeit des Bodenaufbaues durch genügende Wasserabführung mit Hilfe grobporiger Baustoffe und Begrenzung des Anteils an Feinerde und organischer Substanz hergestellt werden muß, erfordert eine strapazierfähige Rasendecke als Grundlage die Auswahl belastbarer Gräser in guter Sortenqualität, vor allem hinsichtlich Narbendichte, Ausdauer und Regenerationsvermögen.

Trotz der zu fordernden raschen Wasserabführung einschließlich Begrenzung des Anteils an wasserhaltenden Bestandteilen muß der Sportfeldaufbau aber gleichzeitig der Wasserversorgung der Rasendecke Rechnung tragen, um sie nicht zu sehr beregnungsabhängig zu machen. Dies würde die Neigung zu intensiver Wurzelbildung und damit zur Wurzelverzahnung von Rasendecke und Bodenaufbau stark einschränken, da eine Bodenwasserversorgung die Bewurzelung der Rasendecke mehr als häufiges Beregnen fördert.

Für Rasentennisflächen gelten die dargestellten Anforderungen an Tragfähigkeit des Spielfeldaufbaues und Qualität der Rasendecke in besonderem Maße, da anders als bei Großballspielen eine weitaus größere Härte der Spielfeldoberfläche für einen genügenden und kontrollierten Ball-Rückprall zu schaffen ist. Die Härte des Spielfeldaufbaues muß von einer tiefschnittverträglichen Rasendecke bei hoher Schnittfrequenz zu Zeiten des Spielbetriebs in gewissem Maße abgepuffert werden. Die geringe Schnitthöhe von 1,0 bis 1,5 cm in der Spielperiode stellt ferner besondere Ansprüche an die Beschaffenheit des Oberflächenplanums, das mit größter Sorgfalt herzustellen ist und nach der Fertigstellung keine Störungen durch Auftreten auch nur geringster Unregelmäßigkeiten aufweisen darf.

Folglich kommt neben der baulichen Ausführung der Wahl der Baustoffe und ihrer Kombination besondere Bedeutung zu.

Aufbau einer Rasentennis-Anlage



2. Aufbau der Rasentennisanlage

Nach Beseitigung des vorhandenen Spielfeldbelags einschließlich Unterbau und Auffüllung der Erweiterungsflächen mit genügender schichtweiser Verdichtung ist auf dem als Untergrund anstehenden Sandboden ein in der Waage liegender Baugrund zu schaffen und ausreichend zu verdichten. Nach der Verdichtung ist die Ebenflächigkeit zu korrigieren. Der beim Böschungsanschnitt im Rahmen der Flächenerweiterung anfallende lehmfreie Feinsand ist zu werben und entweder als Baugrund 20 cm dick für die Erweiterungsfläche zu verwenden oder zur späteren Einmischung in die Vegetationsschicht getrennt zu lagern.

Auf dem sorgfältig hergestellten Baugrund erfolgt, ohne das Baugrundplanum zu stören, der Einbau einer Tragschicht aus Lava 0/40, die im verdichteten Zustand eine Schichtdicke von 12 cm aufweisen soll. Die Verwendung von Lava wird

wegen dessen Stabilität und Härte, der guten Verzahnung und Festlagerung aufgrund der rauhen Oberfläche sowie der bekannten Wasserspeicherung durch Innenporen, ohne Beeinträchtigung der Tragfähigkeit, vorgeschlagen. Lava hat sich ferner in Versuch und Praxis als besonders vegetationsgünstiger Baustoff bewährt.

Diese Tragschicht aus Lava, die parallel zum Baugrund, also ebenfalls waagrecht aufgetragen wird und die Funktion einer Dränschicht mit übernimmt, ist an eine Ringdränung anzuschließen. Der höchste Punkt der Ringdränung liegt 30 cm unter der Oberkante des Baugrundes; die Drängräben sind mit Kies (etwa 15/30) zu verfüllen.

Auf die verdichtete Tragschicht aus Lava erfolgt eine Anreicherung mit Nährstoffen in Form von 150 g/m² Nitrophoska-Permanent.

Die in verdichtetem Zustand 12 cm starke Tragschicht aus Lava erhält anschließend eine Überdeckung mit einem Vegetationsschicht-Gemisch von 5 cm Dicke (verdichtet), das das Saatbett und den Hauptwurzelraum für die Rasendecke darstellt. Das Vegetationsschicht-Gemisch soll sich wie folgt zusammensetzen:

- 60 Vol.-% Lavasand (0/5)
- 20 Vol.-% sauber geworbener Feinsand
- 20 Vol.-% Torf (Weißtorf), lose gefüllt
- + 150 g/m² eines Volldüngers der Zusammensetzung 12-12-17 % NPK mit Spurenelementen
- + 100 g/m² Agrosil.

Von diesen Gemischpartnern trägt besonders Lavasand zu einer fest verzahnten Deckschicht bei. Dabei ist die relativ grobe, an Feinteilen von 0,06 bis 0,1 mm arme Körnung des Lavasandes durch Beimischung des anstehenden Feinsandes in der Körnungskurve etwas zu verändern (s. Kornverteilungslinien). Die Hinzufügung von Torf soll der Wasserspeicherfähigkeit dienen, während die vorgesehenen Düngermengen den Aufbau eines Nährstoffspiegels bewirken.

Die einzelnen Bestandteile – Lavasand, Feinsand, Torf, Dünger und Agrosil – sind möglichst mit Zwangsmischer zu einem homogenen Gemisch zu vereinigen. Der zu verwendende Torf ist vor dem Mischen ausreichend zu zerkleinern. Beim Einbau der Vegetationsschicht darf die Tragschicht nicht gestört werden. Die Vegetationsschicht ist ebenso wie Baugrund und Tragschicht waagrecht auszubilden. Sie muß nach dem Verdichten eine hervorragende Ebenflächigkeit aufweisen.

Die Verdichtung der einzelnen Schichten muß so erfolgen, daß im Anschluß an einen entsprechenden Arbeitsgang Fußspuren von nicht mehr als 1 mm Drucktiefe entstehen.

3. Rasendecke

Zur Ansaat einer belastbaren und tiefschnittverträglichen Rasendecke wird bei 15 g/m² Aussaatmenge nachstehende Saatgutmischung empfohlen:

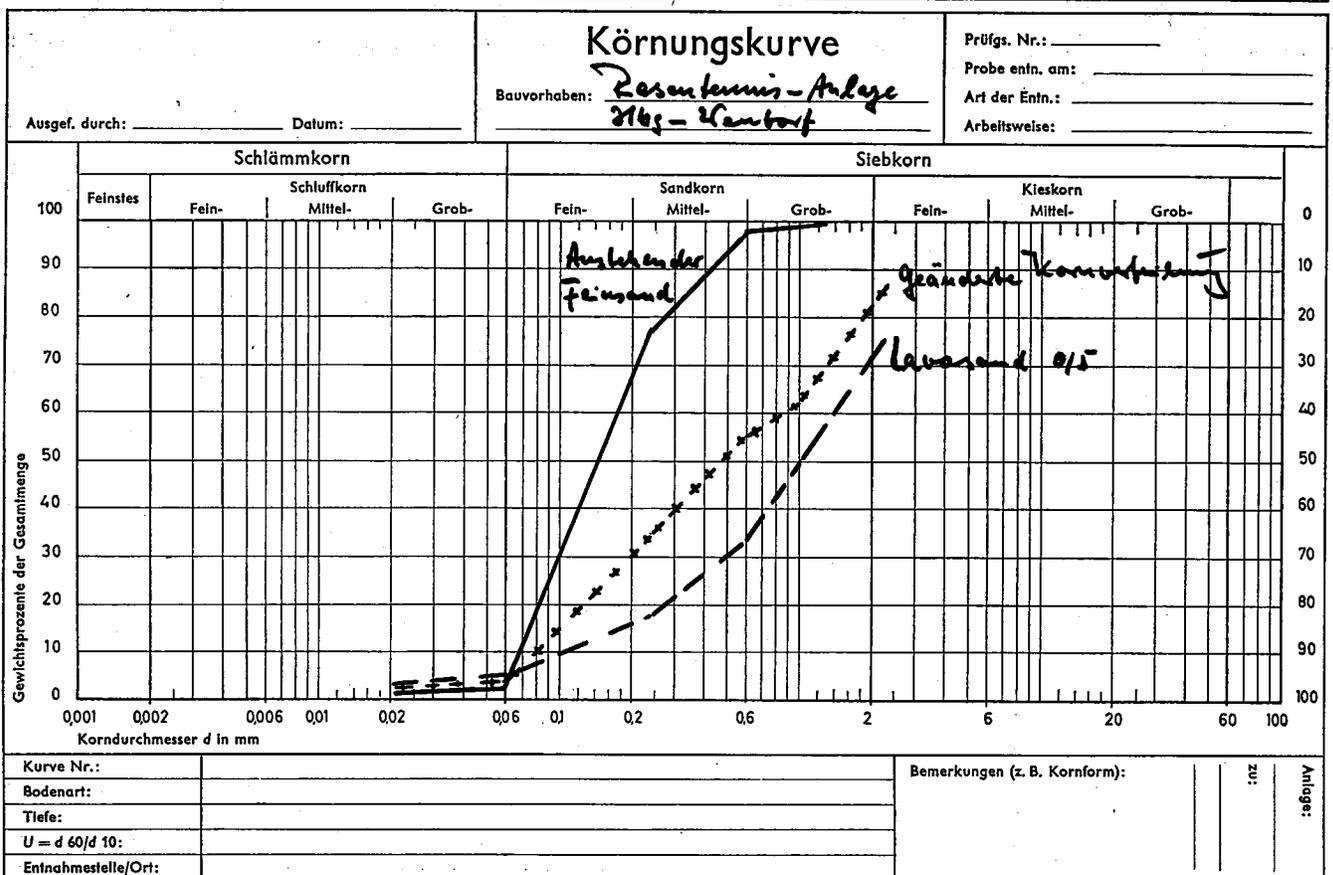
- 45 % Poa pratensis – Merion
- 30 % Poa pratensis – Fylking oder Baron
- 15 % Festuca rubra – Koket, Dawson oder Topie
- 10 % Phleum nodosum – S 50 oder Sport.

Die einzelnen Saatgutpartien sollen folgende Mindestqualität aufweisen:

	Reinheit	Keimfähigkeit	maximaler Fremdartenbesatz
Poa pratensis	90 %	83 %	0,3 %
Festuca rubra	95 %	88 %	0,2 %
Phleum nodosum	98 %	85 %	0,2 %

An Fremdarten dürfen Poa annua, Dactylis glomerata, Holcus lanatus nicht im Saatgut enthalten sein.

Diese Ansaatmischung ist nach Fertigstellung der Vegetationsschicht bis 1 cm Tiefe gleichmäßig einzuarbeiten und leicht anzudrücken. Bei Trockenheit nach der Ansaat ist eine Beregnung mit 20–25 l/m² Wasser vorzunehmen, um die Oberfläche der Vegetationsschicht danach bis zum Auflaufen des Rasens (deutliches Ergrünen) regelmäßig feucht zu halten, sofern keine Niederschläge fallen.



4. Fertigstellungspflege

Nach Aufgang, bei etwa 3 bis 4 cm Wuchshöhe der Ansaat, soll zur Förderung der Anfangsentwicklung eine Volldüngergabe mit 2 mal 25 g/m² Nitrophoska blau im Abstand von 2 Wochen erfolgen. Eine weitere Düngung mit der gleichen Menge an schwefelsaurem Ammoniak ist 4 Wochen nach der letzten Volldüngung vorzusehen.

Zur Vermeidung von Ättschäden muß nach der Düngung, sofern die Rasendecke bereits geschlossen ist, beregnet werden. Das Ausbringen der Dünger darf grundsätzlich nur auf einem abgetrockneten Rasen stattfinden.

Der erste Schnitt ist bei einer Aufwuchshöhe von 5–8 cm auf 2,5 cm Schnitthöhe durchzuführen. Die weiteren Schnitte sind bei einer Aufwuchshöhe von 4–6 cm vorzunehmen. Etwa nach dem 5. Schnitt ist die Schnitthöhe auf 2 cm herabzusetzen. Das Schnittgut ist stets zu entfernen.

5. Weitere Pflege

Eine Rasentennisanlage erfordert, je nach Inanspruchnahme, eine Stickstoffdüngung von 25–50 g/m² Reinstickstoff und Jahr. Sofern übliche Dünger verwendet werden, hat im Abstand von 4 bis 6 Wochen im Wechsel eine Gabe von 30 g/m² eines Volldüngers der Zusammensetzung 12-12-17 % NPK und eine Gabe von 20 g/m² schwefelsaurem Ammoniak zu erfolgen. Werden langsam wirkende Rasendünger benutzt, dann ist die gesamte Jahresnährstoffmenge auf 3 bis 4 Düngergaben aufzuteilen.

Die Schnitthöhe sollte erst ab Frühjahr 1974 auf 1,0 bis 1,5 cm herabgesetzt werden. Dabei ist es in Benutzungspausen sinnvoll, die Schnitthöhe zur Schonung des Rasens etwas zu erhöhen und auch die Schnittfolge erst bei einer Aufwuchshöhe von 4–6 cm vorzunehmen. Während der Spielperiode wird ein etwa 2tägiger Schnittrhythmus erforderlich sein.

Die Beregnung ist im Rahmen der Erhaltungspflege grundsätzlich in größeren Zeitabständen bei höherer Regenwassergabe durchzuführen. In längeren Trockenperioden entspricht dies einem Beregnungsintervall von 8–10 Tagen mit mindestens 30 l Wasser je m². Die Beregnung muß spätestens dann erfolgen, wenn sich an der Rasendecke erste Welkeanzeichen einstellen, d. h. wenn am Rasen kleine graugrüne Stellen mit zusammengerollten Grasblättern sichtbar werden.

6. Inbetriebnahme der Anlage

Abgesehen davon, daß eine leichte, flächengleiche Benutzung der Anlage bereits 1 Monat nach Narbenschluß erfolgen

könnte, muß der Inbetriebnahme zur vollen Spielauslastung eine Überwinterung vorausgehen. Nach der ersten Überwinterung nämlich tritt erst die stärkste Wurzelbildung und Wurzelverzahnung der Rasendecke sowie deren festeste Narbenausbildung durch Bestockung ein.

Bei einer Aussaat bis Ende August kann mit einer Inbetriebnahme ab Mai 1974 gerechnet werden. Spätere Saatzeiten verschieben den Beginn der Benutzung entsprechend.

Vor der Inbetriebnahme der Fläche erscheint eine Vorbereitung der Rasendecke durch wöchentliches Bewalzen zur Trittimitation (0,75 kg/cm²) sinnvoll. Diese Maßnahme sollte ab Frühjahr 1974 erfolgen, auch in den Zeiten der Spielruhe.

Zusammenfassung

Es wird ein Aufbauvorschlag für eine Rasentennis-Anlage an der Sportschule Wentorf bei Hamburg mitgeteilt.

Der Baugrund ist auf einer gegenwärtigen Hartfläche zu schaffen. Die zweilagige Tragschicht soll aus einer Unterlage aus Lava 0/40 und einer Vegetationsschicht aus 60 Vol.-% Lavasand, 20 Vol.-% anstehendem Feinsand und 20 Vol.-% Weißtorf zuzüglich Nährstoffen und Agrosil bestehen. Der überwiegend aus Lava empfohlene Aufbau soll eine genügende Härte und Scherfestigkeit im Hinblick auf eine gute Ballreflexion gewährleisten und durch eine gute Wasserspeicherfähigkeit des mit Innenporen ausgestatteten Materials zu einer ausgeglichenen Wasserversorgung der Rasendecke beitragen.

Zur Aussaat wird *Poa pratensis*, *Phleum nodosum* und *Festuca rubra* vorgeschlagen. Weiterhin erfolgen Hinweise zur Fertigstellungspflege, zur weiteren Pflege und zur Inbetriebnahme der Anlage.

Summary

A suggestion is made how to establish a lawn tennis court in a sports school at Wentorf near Hamburg.

The basis is to be established on an existing hard ground. The two carrying layers to follow should consist of a lower layer of lava 0/40 and a vegetation layer consisting of 60 vol. per cent lava sand, 20 vol. per cent fine sand and 20 vol. per cent white peat in addition to nutrients and agrosil.

It is expected that the court mainly consisting of lava will guarantee sufficient hardness and firmness when cut, permitting a good reflection of the balls. It is also expected that the good water retention capacity of the material will facilitate a constant water supply of the turf cover.

It is suggested to sow *Poa pratensis*, *Phleum nodosum* and *Festuca rubra*. Hints are also given relating to the final steps when establishing the court, to its maintenance and to the use of the court.

Landschaftsentwicklung und öffentliches Grün *)

Hansjörg Hunkler, BN - Bad Godesberg

Wenn aus berufsständischer Sicht zu einem solchen Thema Stellung genommen wird, kommt man nicht daran vorbei, neben dem Inhalt dessen, was dazu zu sagen ist, auch an die zu denken, die in den letzten Jahren sich intensiv mit dieser Materie auseinandergesetzt haben. Das Letztere umso mehr, als der Redner von einer Tagung auf der Mainau kommt, besser von einem Fest, gegeben zu Ehren von Dr. h. c. Schröder, der am Sonntag seinen 80. Geburtstag gefeiert hat. Mit Dr. Schröder und der Mainau verbinden sich für alle von uns eine Menge Querverbindungen zum Thema, eine Menge berufsständischen Engagements, die erst viel später seinen Weg in Institutionen, in Forschungsanstalten, in gesetzgeberischen Initiativen bis hin ins Parlament gefunden haben. Zu diesem Thema wird überdies hier in der deutschen Rasengesellschaft berichtet, die auf Initiative von Dr. Schröder entstanden ist und deren erster Geschäftsführer mein Kollege im Zentralverband und viel zu früh verstorbener Diplomgärtner Gustav Rohlf war. Wir werden diese menschlichen Querverbindungen immer wieder finden, auch dann noch, wenn sich die Begriffe verdichten und Umwelt als politisches Schlagwort gleichsam alles abzudecken droht. Die Arbeit des Berufsstandes und die sie tragenden Verbände hat in der geschichtlichen Betrachtung einen ganz klaren Vorsprung und das nicht etwa nur deshalb, weil eine kluge Lobby hier die Geschäfte ihres Lebens rechtzeitig erkannt hätte, wenn wir auch offen genug sind, bei der Beobachtung aller Entwicklungen das Wohl unserer Mitgliedsbetriebe im Auge gehabt zu haben. Niemand von uns ist nicht zuerst einmal vorrangig seinem Beruf verpflichtet und damit seinem wirtschaftlichen Wohlergehen, seiner Stellung der Gesellschaft gegenüber. Daß sich das Thema unseres Lebens, ja Überlebens in der heutigen technischen Welt, so unmittelbar mit den Aufgaben unseres Berufes deckt, ist mehr als ein schöner Zufall, ist eine harte Verpflichtung, der wir gerecht werden müssen. Wir arbeiten hier mit dem Rasen, weil wir wissen, daß er eine der wirtschaftlichsten Mittel ist, unsere Böden vor Erosion zu schützen und damit die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten, unsere Umwelt uns angenehm zu machen bis zum ästhetisch fast nicht zu definierenden Gefühl des Schönen, aber auch der psychischen Beruhigung. Auf dem Rasen haben wir spielen gelernt, zuerst krabbelnd, dann mit dem Ball, dann in der Abwehr der ersten Aggressionen. Wir sind noch auf Matten und Wiesen, auf Rasen und Weiden groß geworden und haben dort eine Menge der Probleme „spielend“ gelöst, für die wir heute unserer Jugend Rasenspielflächen und Bolzplätze schaffen müssen. Es wäre verlockend, hier dem Gesellschaftsbildenden, der noch gesunden Umwelt weiter nachzuspüren, um gleichsam aus ihr die Schlüsse zu ziehen, um aus ihr unsere Arbeit zu definieren. Wir könnten da bei Walter von der Vogelweide anfangen „als ich uff dem Grase lag“ bis zu dem Zeitpunkt, als Natur etwas Feindliches war, der man seinen Unterhalt abrang bis zu der neuen Hinwendung zu ihr und damit dem Beginn unseres Berufes vor allem der Garten- und Landschaftsarchitektur und dem Garten- und Landschaftsbau. Ja, man könnte Rasen philosophisch deuten und ihn aus dem banalen Zwang, eine Mischung von verschiedenen Rasengräsern zu sein, befreien, um ihn zur Lebensunterlage und Grundlage zu machen. Das Thema ist mir aus ganz anderem Grund gestellt. Die Deutsche Rasengesellschaft hat ein Recht darauf zu wissen, wie es aus der Sicht der Berufsvertretung um die Landschaftsentwicklung und das öffentliche Grün steht. Fangen wir beim aktuellsten an: der Bundesgesetzgebung, und hier beim Ressortieren dieser Aufgabenbereiche in den verschiedensten Ministerien. Im Bundeskanzleramt saß der Bundesbeauftragte für Naturschutz mit der Aufgabe, die Bundesregierung in allen Fragen der Sicherung unseres Lebensraumes zu informieren. Seine Aufgabe war genauso groß wie schwierig und Herr Grzimek hat selbst vor wenigen Tagen resigniert. „Grzimek ist nicht an der Umwelt, sondern an der

Bürokratie gescheitert, nachdem er noch 1969 hätte Staatssekretär werden können, gescheitert an seinem politisch gemäßigten Temperament und letzten Endes an der Einsicht der zweiten Regierung Brandt in das Mögliche und Unmögliche“ – so eine bekannte Tageszeitung. Ein Umweltreferat, auch mit einem gärtnerischen Fachmann besetzt, befindet sich im Innenministerium. „Umwelt und Raumordnung“ ist dort das gestellte Thema, dazu gehören selbstverständlich Wasser und Luft, genauso wie Verkehr und Infrastruktur, aber es gehört auch dazu die Landschaft, wie sie in den 8 Thesen für Landschaftsentwicklung definiert ist, die ich Ihnen hiermit als berufsständisches Programm vorstellen möchte. Der Zentralverband Gartenbau hat etwa in der gleichen Zeit wie die Gesellschaft für Rasenforschung eine Arbeitsgemeinschaft für „Garten- und Landschaftskultur“ geschaffen, die so bedeutende Arbeiten wie die Wettbewerbe „Hilfe durch Grün“ und „Bürger, es geht um Deine Gemeinde“ geschaffen hat. Was von dort und der Deutschen Gartenbaugesellschaft, mit der stets enges Einvernehmen bestand, für uns alle an „Grünem Gewissen“ in unsere Gesellschaft hineingetragen worden ist, wartet noch auf eine Würdigung.

Die Nachfolgeorganisation dieser Arbeitsgemeinschaft, die unter Professor Kühn, Aachen und Professor Ungewitter, Stuttgart – zwei bekannten Städtebauern – gearbeitet hat, ist die „Arbeitsgemeinschaft für Landschaftsentwicklung“ unter dem Vorsitz des nordrhein-westfälischen Landwirtschaftsministers Diether Deneke. In ihr sind der Arbeitskreis der Landschaftsanwälte, der Bund Deutscher Landschaftsarchitekten, der Bund deutscher Baumschulen, der Bundesverband Garten- und Landschaftsbau, die Deutsche Gesellschaft für Gartenkunst und Landschaftspflege, der Bund der Ingenieure des Gartenbaus, die Konferenz der Gartenbauamtleiter beim Deutschen Städtetag und der Zentralverband Gartenbau zusammengeschlossen. Die Geschäftsführung liegt beim Zentralverband, Geschäftsführer sind Diplomgärtner Bernd Keimer und der hier Vortragende. Warum hier die deutsche Rasengesellschaft fehlt, werden Sie fragen? Sie ist in Personalunion vielfach vertreten. Die Frage ist dennoch berechtigt, wenn man daran geht, die Aufgaben dieser – unserer Gesellschaft – zu definieren. Sie haben hier ein Wort mitzureden! Diese Arbeitsgemeinschaft hat vor 2 Jahren mit 8 Thesen in die Politik um die Umwelt eingegriffen. Sie lauten:

- These 1: Die Landschaft ist als Teil der Umwelt eine Lebensgrundlage der Gesellschaft
- These 2: Die Entwicklung der Landschaft ist durch Gesetz zu regeln (Landschaftsentwicklungsgesetz)
- These 3: Die Ansprüche der Gesellschaft bestimmen Ordnung und Planung in der Landschaft
- These 4: Bestimmte Landschaftsteile müssen wie bisher unter Schutz gestellt werden
- These 5: Landschaftspläne sind aufzustellen und ihre Verwirklichung ist rechtlich zu sichern
- These 6: Die Sozialverpflichtung des Eigentums an Grund und Boden ist in der Landschaft zu verwirklichen
- These 7: Die Behördenorganisation ist den neuen Aufgaben der Umwelt und der Landschaftsentwicklung anzupassen
- These 8: Die Sicherung der Umwelt erfordert auch steigende Aufwendungen für die Landschaft.

Mit diesen Thesen ist ein Stand des „Umwelt-Bewußtseins“ erreicht worden, der sich nicht zurückentwickeln läßt und der beginnt, wie Sie eben gehört haben, auch im Bereich der Politik Gewicht zu bekommen; darüber hinaus ist die Umweltsicherung ein Problem, das sich selbst auf der Tagesordnung halten wird, über das nicht „Gras“ wächst, wie man so schön sagt, wenn nichts getan wird; im Gegenteil, wenn nichts geschieht, wird vielleicht eines Tages auch dieses sprichwörtliche „Gras“ nicht mehr wachsen! Aber kommen wir noch einmal zurück auf die politischen Anstrengungen; wir haben das Bundeskanzleramt erwähnt und den Innenminister. Selbstverständlich hat auch der Landwirtschaftsminister hier

* Vortrag, gehalten auf der Mitgliederversammlung der Deutschen Rasengesellschaft, am 13. Februar 1973 in Mainz

mitzusprechen und er hat es in der vergangenen Legislaturperiode mit einem Gesetzesentwurf getan über „Naturschutz und Landespflege“, an dem wir von Anfang an intensiv mitgearbeitet haben. Daß er noch nicht zum Tragen gekommen ist, liegt vor allem am Kompetenzstreit zwischen Bund und Ländern und der Notwendigkeit einer Grundgesetzänderung, um zur konkurrierenden Gesetzgebung zu kommen. Es sind die Gedanken des Landwirtschaftsministers, wenn in der Regierungserklärung vom 19. Januar 73 die Bedeutung der Landschaft in den Abschnitten VI und VII gewürdigt wird; ich zitiere wörtlich: „Agrarpolitik in unserer Zeit muß Politik für die Menschen im ländlichen Raum sein“ und „die Agrarpolitik muß überdies Politik für die Menschen sein, die auf dem Lande Ruhe und Erholung suchen“. Soweit die Regierungserklärung, in der die Wiederauflage der Gesetze, die wegen der Kürze der Legislaturperiode nicht mehr aufgelegt werden konnten, erneut angekündigt wurden. Das Stichwort „Erholung“ ist gefallen; es kann uns die Brücke bauen für den zweiten Teil meines Themas, das da lautete: Landschaftsentwicklung und „öffentliches Grün“. Was ist öffentliches Grün? Nach der Definition des Bundesbaugesetzes ist es der unbebaute Raum, dessen Funktion nicht anders ausgewiesen ist, also nicht Verkehrsfläche, nicht Schiene und Wasser, nicht Straße und Hof. Es gehört also viel „Rasen“ dazu mit den vielfältigsten Funktionen als „trennendes“ Grün, unsere entsetzliche Ästhetik im sozialen Wohnbau, z. B. mit den Schildern „Rasen betreten verboten“; es gehört dann das „aktive“ Grün dazu, die Spiel- und Sportflächen, die Liegewiesen, der Park hin zum Rasenfeld im Friedhof nordischer Prägung. Gerade hier könnte nun sehr viel ausgeführt werden über unsere Aufgabe, über die Verpflichtungen der Deutschen Rasengesellschaft und ihre wirtschaftliche Grundlage kommender Jahre. Auf der Mainau, dessen „Grüne Charta von der Mainau“ ich noch gar nicht erwähnt habe, ein weltbekanntes Bekenntnis zur lebendigen Umwelt und zur Erhaltung unseres Lebensraumes, auf eben dieser Mainau teilte Dr. h. c. Schröder in seinem Referat „Gärtner wandeln das Bild der Erde“ mit, daß in einer Expertise der Bundesregierung mit dem schönen Titel: „Alternative Verwendungsmöglichkeiten wachsender Freizeit; ökonomische und sozialpolitische Implikationen 1980“ geschrieben steht: „Die Freizeit wird ständig wachsen, weniger Arbeitsstunden pro Woche, 8 Wochen Urlaub jährlich; alle 4 Jahre 4 Wochen Bildungsurlaub, Pensionsalter 60 Jahre, dafür Verdichtung der Arbeitsproduktivität des Wohnens, des Verkehrs, des Streß“ – soweit das Zitat. Auch hier könnte wie bei der Umwelt das Modewort „Freizeit“ leicht abgetan werden mit dem Begriff: „man trägt eben zur Zeit Freizeit, wie Umwelt, wie Zottelpelz“. Dem ist aber sicher nicht so und das vierte Ministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau des Ministers Vogel wird sich sehr stark mit dem öffentlichen Grün auseinandersetzen müssen und daß ein besonderes Referat in seinem Hause geschaffen wird, dafür hat der Zentralverband Gartenbau sich eingesetzt. Wir wären eine schlechte Lobby, wenn wir dies für unsere Mitglieder und damit auch für die Deutsche Rasengesellschaft nicht getan hätten. Denn was in der Landschaft u. a. zur Befriedigung der Freizeit getan wird und werden muß, ist genau so wichtig für den städtischen Raum mit seinen Naherholungsgebieten und ich muß es immer wieder sagen für seine Rasenflächen für Ruhe, Spiel und Sport, für ein menschengerechtes Wesen unserer Siedlungen, für ein menschenwürdiges Aufwachsen und Leben unserer Jugend!

Auch hier wäre man leicht verführt, in die Gesellschaftspolitik abzuschwenken, was ist Freizeit heute anders als unausgefüllte Zeit, für die man einen Großteil der Bevölkerung ein Angebot vorhalten muß, für die man sie vom Vorschulkindergarten bis zur Universität erziehen muß und für die man Räume schaffen muß, in der sie „stattfinden“ kann. Freizeit ist nicht etwa einfach an sich, sie findet statt, wird gemacht und ist nota bene käuflich. Wer das beste Angebot macht, wird zum Zuge kommen; wir haben – so meine ich behaupten zu können – mit die besten Angebote zu machen. Da ist der Garten, heute keine Zukostfläche mehr, sondern ein Gebiet aktiver Erholung mit Spiel- und Ruheflächen, da sind, wo sie noch notwendig sind, die Kleingärten, deren Bild sich völlig gewandelt hat, da sind die öffentlichen Grünflächen,

sind die Spielfelder und Sportparks. Aufgaben und Angebote des Gärtners! Sie werden sich verdichten zu Naherholungs-parks wie die „Gruga“ in Essen, der „Killesberg“ in Stuttgart, die „Rheinauen“ in Köln und demnächst mit der Bundesgartenschau 1979 in Bonn, der „Westfalenpark“ in Dortmund, „Planten un Blomen“ in Hamburg und 1975 der „Luisenpark“ und das „Herzogenried“ in Mannheim. Ich wähle diese bekannten Grünflächen sehr bewußt, weil man an ihnen am deutlichsten ablesen kann, was „öffentliches Grün“ ist und wie sich der Begriff im Wandel der Zeit ändernd beinhaltet hat. Die Geschichte der Bundesgartenschauen mit ihren wohl schönsten Rasenflächen sind die Geschichte des öffentlichen Grüns und haben maßgeblich die Entwicklung im Siedlungsgrün mit beeinflußt. Das wäre an Bildern und Plänen z. B. der Gartenstadt Margarethenhöhe in Essen vom Anfang dieses Jahrhunderts bis zum Märkischen Viertel in Berlin, der „Vogelstang“ in Mannheim oder den olympischen Anlagen in München deutlich zu belegen.

Gestatten Sie mir den Einwand: mit den großflächigen, leichter zu pflegenden Rasenanlagen ist allerdings etwas von der „Behaglichkeit“ früherer Siedlungen verloren gegangen. Man mag mich einen unverbesserlichen „Etymologen“ schimpfen, das Wort „behaglich“ kommt vom Wort Hag, der Hecke. Mir ist so „rasig“ wohl, ist ein Wort, das wir erst wieder finden und entdecken müssen, ob „gräßlich“ von Gras kommt, weiß ich nicht!

Nach diesem Exkurs darf ich zusammenfassen. Landschaftsentwicklung und öffentliches Grün, gleichsam als Begriffe des Freiraumes in der freien Natur und im städtischen Raum sind Aufgabengebiete für den Gärtner jeder Branche, für den Architekten und Planer, für die Dienstleistungen, den Garten- und Landschaftsbau mit den Friedhofsgärtnern, für die Produktion, den Blumen- und Zierpflanzenbau incl. der Staudenzüchter, die Baumschulen und den Samenbau. Dabei muß nach zwei Seiten dieser Beruf tätig werden: erstens ausführend, handelnd, weil er das Privileg hat, den Baustoff zu kennen, mit dem diese Aufgabe geleistet werden kann: „die lebende Pflanze“. Sie, ihre Anwendung und Verwendung, ihre Fähigkeiten, ihre vielfältigen Einsatzmöglichkeiten, ihre Kombinationsvielfalt, das kann nur der Gärtner beurteilen, kann nur der Gärtner – und ich meine hier den Samenhandel selbstverständlich mit, wenn ich Gärtner sage; wir haben keine Konkurrenz, nicht im Hoch- oder Tiefbau, nicht bei anderen landbebauenden Disziplinen. Die andere Seite ist es, aus diesem Wissen das Gewissen anderer zu wecken, d. h. politisch tätig zu werden aus der Verantwortung des Bürgers für den Bürger. Wenn man Demokratie richtig versteht, kann man nicht anders, als heute den Denkanstoß ständig zu wiederholen, es muß mehr für eine gesunde Umwelt geschehen, es muß die Sozialbrache abgebaut, das Land, der Boden und seine Fruchtbarkeit gerettet werden. Das kostet Geld, viel Geld sogar, soviel und so wichtig angelegt wie in der Bildung, in der Bildungspolitik, und Geld kann nur der Politiker beschaffen. Wir aber wissen, daß es sein muß!

Das kann über die Arbeitsgemeinschaft für Landschaftsentwicklung geschehen, über die deutsche Gartenbaugesellschaft, über die Grünen Kreise und letztlich über die Deutsche Rasengesellschaft, wenn man sich nicht entschließt, sich in der Kommunalpolitik selbst zu engagieren und dort die Mitmenschen aufzurütteln. Das geht soweit, daß die Großindustrie eine 4. Kostenkomponente in ihre Kalkulation aufgenommen hat, d. h. neben Rohstoff, Energie und Lohn nunmehr auch die Sicherung der Umwelt. Sicher können wir durch noch so perfekten Schutz unserer Umwelt keine „heile Welt“ bauen und ebenso sicher ist es nicht möglich, die zahlreichen Mängel und Fehler in allen Lebensbereichen durch Blumen und Grün – oder durch andere „grüne Kosmetik“ – zuzudecken, trotzdem müssen wir zielbewußt und optimistisch überall da an der Verbesserung und Sicherung der Lebensgrundlagen und an der Entwicklung der Landschaft und des öffentlichen Grüns mitarbeiten, wo wir die Verantwortung tragen und wo wir jeder an seinem Platz die Möglichkeit dazu haben. Die Deutsche Rasengesellschaft ist bereit, diese Verantwortung im wissenschaftlichen Bereich und im gesellschaftspolitischen zu tragen. Ihre Mitglieder werden sich einer solchen Aufgabe stellen.

Mitteilungen

**Aus der Arbeit der Deutschen Rasengesellschaft e. V.
Bonn, Kölner Straße 142-148, Tel.: 0 22 21 / 37 68 78**

Bonner Rasenseminar mit großem Programm

Am 10. und 11. Mai 1973 veranstaltete die Deutsche Rasengesellschaft in Bonn ein Rasenseminar. Das umfangreiche Themenangebot fand die Zustimmung von 50 teilnehmenden Rasenfachleuten.

Prof. Dr. Boeker, der Vorsitzende der Gesellschaft referierte eingangs über das Thema „Der Rasen und seine Gräser“. Die Unterscheidungs- und Erkennungsmerkmale, z. B. Wuchs und Blattform, Blattfarbe, Vermehrungsart, Nährstoff- und Wasseransprüche und Trittfestigkeit der wichtigsten Rasengrasarten wurden von Boeker übersichtlich und aufschlußreich vorgetragen. Bei den Demonstrations- und Bestimmungsübungen bekamen die Teilnehmer die wichtigsten Rasengrasarten vorgestellt, wobei man seine Pflanzenkenntnisse überprüfen oder ergänzen konnte.

Unter dem Thema „Grüner Rasen, richtige Düngung“ erläuterte Dr. Opitz von Boberfeld den Nährstoffbedarf der verschiedenen Rasenarten, insbesondere den feinen Zierrasen, Gebrauchsrasen, Strapazierrasen und des Sportplatzrasens. Die Düngewirkung bei unterschiedlichen Nährstoffmengen und Verhältnissen wurde durch eine DIA-Serie illustriert und von Dr. Opitz von Boberfeld auf Grund seiner langjährigen Versuchserfahrung kommentiert. In seinen weiteren Ausführungen ging der Referent auf die Nährstoffbindungen (organische, synthetisch organische und mineralische) und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für die praktische, sinnvolle Anwendung ein.

Das zweite Referat von Dr. Opitz von Boberfeld befaßte sich mit dem Thema „Rasenkräuter und ihre Bekämpfung“. Resümee dieser Ausführungen war, daß Verunkrautungen häufig durch ausreichende Düngung, Bewässerung sowie durch regelmäßigen Schnitt verhindert werden können. In manchen Fällen ist eine chemische Bekämpfung unumgänglich. Für diese Fälle gab Dr. Opitz von Boberfeld Ratschläge für wirkungsvolle Anwendung der breiten Palette der Unkrautbekämpfungsmittel.

Die Besichtigung der Versuchsfelder des Institutes für Pflanzenbau in Bonn, auf denen ein 5-jähriger Düngungsversuch, ein Rasenschnittversuch, Mischungsversuch, Wurzeltiefendüngungsversuch, Mattenversuch und ein Sortenvergleich angelegt ist, bedeutete für die Teilnehmer einen praxisnahen Vergleich und zugleich eine Anregung für die berufliche Arbeit. Großes Interesse lag schon vor der Tagung für das Referat von Prof. Dr. Boeker über die „DIN-Normen für Rasen“ – Saatgut und Mischungen – vor. Dieses Referat wird gesondert veröffentlicht.

Bruno Hellstern, Stuttgart, sprach anschließend über das Thema „Technik im Rasen“ – Maschineneinsatz bei der Anlage und Pflege. Hellstern legte den Gedanken des rentablen Maschineneinsatzes zu Grunde, da die Maschinen und Geräte wegen der Anschaffungs- und Unterhaltungskosten optimal ausgenutzt werden müssen. Der Maschineneinsatz richtet sich nach dem Umfang und den Zeitpunkt der Arbeit auf den Rasenflächen und ist hinsichtlich der Arbeitsqualität, Wirtschaftlichkeit und arbeitswirtschaftlichen Probleme zu planen. Dabei ist es dann zweitrangig, ob es sich um den Maschineneinsatz bei der Bodenvorbereitung, Ansaat, Düngung, Schnitt, Beregnung oder Bodenbelüftung handelt. Hellstern empfahl vor dem Kauf von Maschinen und Geräten ein Leasing-Angebot mit Service einzuholen, denn daraus ließe sich ablesen, in welcher Höhe mit Kosten zu rechnen sei. Mit einer DIA-Reihe gab Hellstern einen Überblick, über die derzeitigen auf dem Markt angebotenen Maschinen und Geräte für die Anlage und Pflege von Rasenflächen.

Günther Büchner, Heidelberg, beantwortet die mit dem Thema „Rollrasen erobert den Markt“? gestellte Frage durch eine Erläuterung des Rollrasenangebotes und durch einen ausführlichen Abriss über die Anwendungsmöglichkeit des Rollrasens. Die Nachfrage für Rollrasen ist im letzten Jahr um 50% angestiegen und beträgt z. Zt. etwa 12% der gesamten Rasenflächen. Eine Steigerung bis zu einem Anteil von 30% wird in den nächsten Jahren erwartet; insbesondere dann, wenn es den Rollrasenherstellern gelingt, das Transportproblem abzubauen und ein Kostengünstiges Angebot zu unterbreiten. Das Abschlußreferat über das Thema „Grundsätze für Aussaaten und Bepflanzungen“ an Verkehrswegen wurde von Prof. Dr. Trautmann gehalten. Er sprach über die neuzeitlichen Ziele der Böschungsbegründung. Dabei wird angestrebt, die Böschung durch Rasen, Stauden und Gehölze abwechslungsreich zu gestalten. Das Böschungsgrün soll pflegearm sein und vor Erosion schützen. Anhand mehrerer Schautafeln bot Prof. Dr. Trautmann einen Überblick über die an den verschiedenen Standorten der BRD verwendeten Grasarten, Stauden und Gehölze. Die vorgeführten DIA-Serie ließ erkennen, welche großen Unterschiede in der Böschungsbegründung vorkommen und wie notwendig es ist, die Grundsätze der Aussaat und Bepflanzung an Verkehrswegen zu berücksichtigen.

Hermann Weber

GRÜNBERGER RASENSEMINAR 1973

Vom 28. bis 31. August 1973 findet in Grünberg ein Rasenseminar statt, zu dem die Deutsche Rasengesellschaft einlädt. Im einzelnen wird über folgende Themen referiert:

Der Sportplatz, seine Gräser und Mischungen
Prof. Dr. Boeker, Bonn

Einführung in die Fachnorm, Sportplätze – Rasenflächen
G. Hänslar, Altdorf

Vegetationstechnische Gesichtspunkte beim Bau von Rasensportflächen
Dr. Skirde, Gießen

Fertigstellungs- und Unterhaltungspflege von Rasensportflächen
E. Frank, Steinach

Pflegemaschinen für Sportplatzrasen
B. Hellstern, Glatt

Preisvergleich zwischen dem Aufbau der Tragschichten nach den DIN-Normen und herkömmlichen Verfahren
H. Pätzhold, Osnabrück

Erfahrungen mit den Münchner Olympia-Rasenflächen
S. Lukowski, Darmstadt

Beobachtungen auf amerikanischen Sportrasenflächen
Prof. Dr. Boeker, Bonn

Weitere Auskünfte erteilt die Deutsche Rasengesellschaft e.V.,
53 Bonn - Bad Godesberg, Kölner Str. 142-148, Tel.: 0 22 21 /
37 68 78

Tagungsgebühr: DM 190,-

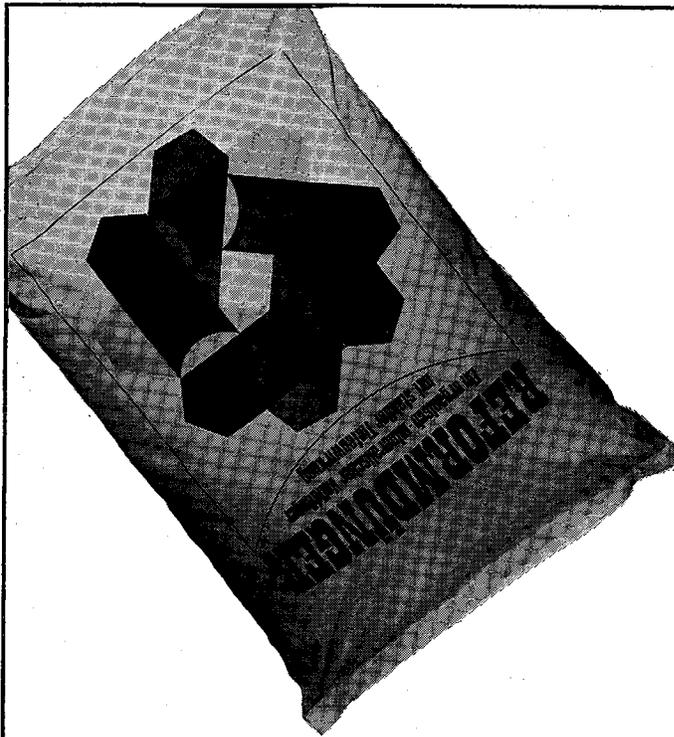
Anmeldungen bitte direkt an die Bildungsstätte des Deutschen Gartenbaues, 6310 Grünberg/Hessen 1, Gießener Str. 47

Berichtigung!

In Heft 1/1973 dieser Zeitschrift muß es auf Seite 2 bei Darstellung 2 heißen:

Jahressumme an Rasenzuwachs

Tragschicht aus Feinerde = 206 kg Grünmasse/100 m²
Tragschicht aus Sand = 250 kg Grünmasse/100 m²



Was Sie auch zu düngen haben, Sie können immer REFORMDÜNGER nehmen. Rezeptur – IV/28 mindestens 9% N – 5% P₂O₅ – 10% K₂O – 3% MgO und mindestens 50% organische Substanz.

REFORMDÜNGER ist ein biologischer Volldünger – der sich unter anderem durch hohe Organismenbildung, Bodenregeneration und Wachstumswirkung auszeichnet. Aufgrund dieser Eigenschaften wird REFORMDÜNGER bevorzugt bei Erwerbs- und Landschaftsgärtnern, Wein- und Hopfenanbauer, eingesetzt, die ihre Ernte bewußt vorausplanen.

REFORMDÜNGER

Das REFORMDÜNGER-Programm umfaßt speziell abgestimmte Typen, die gute Streubarkeit – auch bei schwankenden Temperaturen – besitzen.

REFORMDÜNGER ist geruchsarm und gut verpackt.

Zur Beantwortung Ihrer Fragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.

Übrigens: Dem Einzelhändler stellen wir kostenlos Plakate, Thekenaufsteller und Farbprospekte zur Verfügung, machen Sie Gebrauch davon.

EIWEISS- UND FETTVERWERTUNG
GMBH & CO. · 4501 Belm/Icker
Telefon: 05468/227

DER GROSSE VOLLHYDRAULISCHE GRUPPENMÄHER VON SUPRANGANG 5/7



RANSOMES

Jede Einheit einzeln durch die Hydraulik steuerbar.

Hydraulisch angetriebene Einheiten.

Keine Spurenbildung.

Schnittbreite: 4,57 m

Schnittleistung: bis zu 4 ha/h

Von der Berufsgenossenschaft abgenommen!

- sicher
- wirtschaftlich
- wetterunabhängig
- geringe Wartung

Erfragen Sie weitere Einzelheiten!



LANDRÉ & GLINDERMAN GMBH

44 Münster, Borkstraße 4, Telefon 02 51 / 7 71 55, Telex 0892632

2 Hamburg 54 (Lockstedt), Osterfeldstraße 56/60, Telefon 04 11 / 5 60 18 00 + 56 48 46

605 Offenbach, Bettinastraße 69, Telefon 06 11 / 8 79 02

8 München 83, Schneckestraße 9, Telefon 08 11 / 67 53 90

VI. Internationales Rasenkolloquium, 6.-8. Sept. 1973 in Gießen

Das VI. Internationale Rasenkolloquium wurde nach 2jähriger Unterbrechung, nach den eindrucksvollen Veranstaltungen in den Niederlanden und in Finnland, wieder in Gießen durchgeführt. Es gliederte sich in 3 Teile, in einen Referatentag, in einen Exkursionstag und in einen Vormittag, der der Besichtigung von Rasen- und Bodenaufbauversuchen des Fachgebiets Rasenforschung der Universität Gießen in Leihgestern vorbehalten war.

Am Vormittag des Referatentages fand zunächst eine Berichterstattung über die „2nd International Turfgrass Research Conference“ statt, die im Juni 1973 im Virginia Polytechnic Institute in Blacksburg veranstaltet wurde und mit einer Vor- und einer Nachexkursion verbunden war. Während des Kongresses in USA wurden etwa 80 Referate vorgetragen, über die beim diesjährigen Rasenkolloquium zusammenfassend berichtet wurde.

Diese Kurzberichte werden ebenso wie die übrigen Referate des VI. Internationalen Rasenkolloquiums in diesem Heft der Zeitschrift RASEN—TURF—GAZON publiziert, während die in englischer Sprache gedruckte Originalfassung der Referate des Internationalen Rasenkongresses von Blacksburg/USA im Laufe des nächsten Jahres in Buchform erhältlich sein wird. Ein mit großem Interesse erwartetes Referat von K. D. GANDERT, Humboldt-Universität, Berlin, „Zur Bewertung der Gebrauchseigenschaften von Rasensportflächen“ konnte leider nicht vorgetragen werden, es liegt jedoch im Wortlaut vor und ist in diesem Heft nachzulesen.

Am Nachmittag des Referatentages standen Fragen der Begrünung an Straßen und Autobahnen zur Debatte, und zwar unter dem besonderen Gesichtspunkt der Pflegearmut. Hierüber berichteten M. HOOGERKAMP, Wageningen, E. W. SCHWEIZER, Thun sowie G. SAUER, Köln und W. SKIRDE, Gießen.

Der Thematik der Böschungsbegrünung war vorrangig auch die Exkursion am 7. September 1973 gewidmet, in deren Verlauf Probleme der Landschaftsgestaltung und des Landschaftsbaues an der BAB — Sauerlandlinie und der BAB Dortmund — Kassel, einschließlich Berasungsversuchen, demonstriert wurden. Außerdem hatten die Exkursionsteilnehmer die Möglichkeit, sich im Rahmen eines kurzen Besuches einen Eindruck von der Arbeit der Biologischen Abteilung der Firma WOLF-Geräte Betzdorf zu verschaffen.

Der Teilnehmerkreis des VI. Internationalen Rasenkolloquiums umfaßte 63 Personen aus 9 Ländern.

Das VII. Internationale Rasenkolloquium wird in der Zeit vom 10. bis zum 13. September 1974 in Österreich stattfinden.

W. Skirde

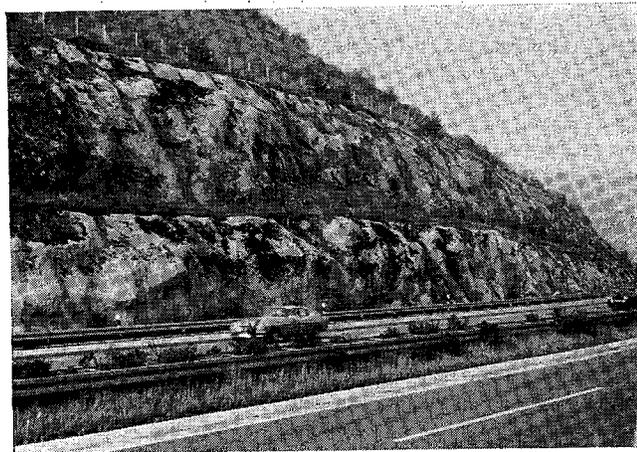


Abb. 1: J. P. van der HORST bei seinem Bericht über den Rasenkongreß in USA

Abb. 2: Ausschnitt aus dem Teilnehmerkreis des VI. Rasenkolloquiums während der Diskussion

Abb. 3: Blick auf eine begrünte Torkretierungsfläche an der BAB-Sauerlandlinie

Abb. 4: Besichtigung der ökologischen Begrünungsversuche an der BAB Kassel — Dortmund

Abb. 5: Begrünungsversuch auf einem Böschungseinschnitt aus Muschelkalk an der BAB Kassel — Dortmund



Kurzberichte

über die

2. Internationale Turfgrass Research Conference

18. - 21. 6. 1973 Blacksburg, Virginia

1. Rasengräser, — Züchtung, Bewertung, Eigenschaften

D. Glas, Rilland/Niederlande

Über die Züchtung von Rasengräsern wurde auf der 2. Turfgrass Research Conference in Blacksburg vornehmlich von Forschern aus USA berichtet. Hier soll mit einigen Mitteilungen über die Züchtung von „Warm-Season“-Gräsern begonnen werden.

Über Bermudagrass referierten J. B. POWELL und G. W. BURTON. Bermudagrass (*Cynodon* sp.) wurde in USA aus Afrika introduziert. Es ist in den südlichen Staaten das vielseitigste Rasengras.

Die große natürliche Variation innerhalb des Bermudagrasses hat es ermöglicht, Sorten zu selektieren, die besser für spezielle Rasenzwecke geeignet sind. Die Sorte U3, die aus Material hervorgegangen ist, das auf einem Golfplatz in George gefunden wurde und dort im Jahre 1947 eingeführt worden ist, war in dieser Hinsicht die erste Entwicklung. U3 gehört zu der tetraploiden Form von *Cynodon dactylon*, ist ein Fremdbefruchter und kann generativ vermehrt werden. In Tifton hat man mit der Züchtung von Bermudagrass im Jahre 1946 angefangen. Die erste Sorte Tiflawn, eine F1-Hybride von 2 *Cynodon dactylon*-Selektionen, kam 1952 auf den Markt und ist heute noch die beste Sorte für Fußballfelder. Tiffine, Tifgreen und Tifway sind sterile feinblättrige Hybriden von *Cynodon dactylon* (4x) und *Cynodon transvaalensis* (2x); sie eignen sich besser für Golf- und Zierrasen.

Tiffine und Tifgreen wurden im Jahre 1956 marktfähig, Tifway 1960. Tifdwarf ist eine Nanismusmutante von Tifgreen, gezüchtet im Jahre 1965. Wenn diese Sorte richtig gepflegt und auf 5 mm gemäht wird, ist sie in der Qualität für Golfgreens mit *Agrostis* vergleichbar. Eine höhere Winterfestigkeit wird in einem Kreuzungsprogramm zwischen selektiertem *C. transvaalensis* und einer winterfesten Herkunft von *C. dactylon* aus Berlin angestrebt. 480 F1-Hybriden werden jetzt auf Winterfestigkeit geprüft. Inwieweit hier an eine Winterfestigkeit für nördliche Bedingungen oder nur an eine kürzere Winterruhe, speziell für das Übergangsgebiet zwischen den nördlichen und den südlichen Staaten der USA gedacht wird, erscheint offen.

Über die Mutationszüchtung berichtete J. B. POWELL. Als Ausgangsmaterial für dieses Zuchtprogramm wurden die obengenannten Sorten Tifdwarf, Tifgreen und Tifway sowie die Sorte Tufcote benutzt. Tufcote ist eine Sorte von *Cynodon dactylon* (4x). Zur Erzeugung der Mutanten wurde Gammabestahlung angewendet.

Bei den Sorten Tifdwarf, Tifgreen und Tifway wurden unterirdische Ausläufer im Ruhezustand behandelt, von Tufcote wachsende oberirdische Ausläufer. Die dormanten Ausläufer wurden im Winter aus einem dichten Rasen entnommen und auf eine Länge von etwa 25 mm geschnitten. Nach der Bestrahlung wurden die Ausläufer im Gewächshaus in sterilen Boden gelegt.

Bei Tufcote wurde eine ähnliche Methode an Einzelknospen von oberirdischen Ausläufern angewendet. Die Mutationsfrequenz betrug mehrere Prozent.

Wichtig ist, daß die meisten Mutanten keine chimärenhafte Natur hatten, so daß keine Konkurrenz zwischen mutiertem und nicht mutiertem Gewebe auftrat. Von einer gewissen Zahl der Mutanten werden neue Sorten erwartet, da sie nur kleine Abweichungen vom Ausgangsmaterial zeigen, das schon von guter Qualität war.

Im ganzen befinden sich in Tifton gegenwärtig bereits 158 Mutanten in der Prüfung, die Verbesserungen gegenüber dem Ausgangsmaterial zeigen.

Über die Züchtung eines zweiten „Warm Season“-Grasses, dem St. Augustinegras, referierte A. E. DUDECK.

St. Augustinegras, *Stenotaphrum secundatum*, von Westindien eingeführt, ist ein extremes „Warm Season“-Gras mit der größten Empfindlichkeit für niedrige Temperaturen. Das St. Augustinegras ist sehr breitblättrig und weniger trittfest als Bermudagrass. Nur hinsichtlich Schattenverträglichkeit sowie für „Sodgrowing“ ist St. Augustinegras das am besten geeignete „Warm Season“-Gras. Seine Verbreitung ist bisher gering. Züchterisch wurde diese Art noch nicht intensiv bearbeitet. Es sind gegenwärtig erst zwei bis drei Sorten vorhanden, die alle auf Auslesen in der Natur zurückgehen. Ein Versuch, zehn Auslesen von St. Augustinegras im Polycrossverband zu kreuzen, mißlang wegen sporadischer Blütenbildung.

Im allgemeinen bereitet die Blütenbildung dieses Grasses Schwierigkeiten, so daß sie zu weiteren Studien im Freiland und im Gewächshaus Anlaß gab. Dabei hat sich gezeigt, daß große Unterschiede zwischen verschiedenen Klonen bestehen. Bei bestimmten Kombinationen von Photoperiode und Temperatur gelang es, eine uniforme und gute Blütenbildung aller Klone zu bekommen.

Züchtungsprobleme bei *Festuca* ssp. wurden von R. M. SCHMIDT besprochen. Man erhielt den Eindruck, daß von den wichtigsten „Cool Season“-Gräsern die *Festuca* Species in USA bisher am wenigsten bearbeitet worden sind. Nunmehr ist allerdings auch die Züchtung der feinblättrigen *Festucas* intensiv in Angriff genommen worden.

Die Untersuchungen von SCHMIDT u. a. über Selbstinkompatibilität und Isolationsbarrieren bei *Festuca rubra rubra*, *Festuca rubra commutata* und *F. longifolia* (*Festuca ovina duriuscula*) sind dafür ein weiteres Beispiel. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen geben klare Hinweise über die Natur der Beschränkung der Kreuzungsmöglichkeiten verschiedener *Festuca*-Typen. Unterschiede im Blühdatum, im Zeitpunkt der Pollenproduktion, dem Grad der Selbstbefruchtung der weiblichen Kreuzungspartner sowie Unterschiede in der Chromosomenzahl wurden eingehend studiert. Als Beispiel sei erwähnt, daß es nicht nur Unterschiede im Blühtermin, sondern auch im Tageszeitpunkt gibt.

Ausläuferrotschwingel (*F. rubra rubra*) blüht spät am Nachmittag, Rotschwingel mit kurzen Ausläufern, Horstrotschwingel (*F. rubra commutata*) und Härthlicher Schwingel (*F. longifolia* = *F. ovina duriuscula*) produzieren dagegen Pollen am frühen Morgen.

In vitro-Versuche mit Pollen haben gezeigt, daß die Keimfähigkeit schnell zurückgeht. Am Morgen produzierte Pollen sind am frühen Nachmittag nicht mehr befruchtungsfähig. In USA ist die Tendenz vorhanden, Ausläuferrotschwingel vor Horstrotschwingel zu bevorzugen. Ausläuferrotschwingel gibt bessere Ergebnisse bei der Fertigrasenproduktion.

Die Breitblättrigkeit von Ausläuferrotschwingel gilt als ein Vorteil in Mischungen mit Wiesenrispe. Wichtige Zuchtziele sind weiterhin Resistenz gegen Blattfleckenkrankheit (*Helminthosporium dictoides*) und Schattentoleranz.

Über die Eignung von *Poa pratensis* als Rasengras und die

Bedeutung von Sortenunterschieden in dieser Hinsicht berichteten W. A. ADAMS, A. HENTGEN, D. K. TAYLOR und J. P. SHILDRICK.

Versuche von ADAMS auf einem normalen „College Sportplatz“ in West-Wales unter extrem maritimen Bedingungen ergaben klare Nachteile von *Poa pratensis* unter solchen Bedingungen gegenüber *Lolium perenne* und *Phleum pratense*. Nachteile waren im Vergleich mit den anderen Gräsern die relativ langsame Auflaufgeschwindigkeit und besonders die große Anfälligkeit für Rost (*Puccinia poarum*).

Obwohl einige Sorten von *Poa pratensis*, z. B. Baron, Resistenz gegen Rost zeigten, wirkte sich diese Krankheit, auf die bei empfindlichen Sorten *Fusarium* folgte, für viele Sorten, besonders für Nugget, katastrophal aus.

Auch HENTGEN nennt Rost als die wichtigste Krankheit von *Poa pratensis* in Frankreich, wohl besonders südlich der Seine, also unter ganz anderen klimatischen Bedingungen als in West-Wales.

Aus den Versuchen von D. K. TAYLOR in British Columbia in Kanada geht hervor, daß dort *Helminthosporium* die wichtigste Krankheit ist. Von den geprüften *Poa pratensis*-Sorten Merion und Park haben nur Merion und „Blends“ von Merion und Park gute Ergebnisse gegeben.

In den Versuchen von SHILDRICK in Bingley, England, waren es ebenfalls die Sorten mit guter *Helminthosporium*-Resistenz, wie Birka, Fylking und Sydsport, die sich in einem Versuch mit einer Trittmachine am besten bewährten. Offenbar ist hier wiederum die Blattfleckenkrankheit wichtiger als Rost. Diese Ergebnisse betonen wiederholt den großen Einfluß klimatologisch bedingter Krankheiten auf die Verbreitung von Arten und Sorten.

Daß es diesbezüglich große Artenunterschiede gibt, geht deutlich aus den Versuchen in Frankreich hervor, die von HENTGEN zusammengefaßt wurden.

Aus diesen an vier Stellen durchgeführten Versuchen, und zwar in Douai (Zone Nord), Rouen (Zone West), Lusignan (Zone Zentral-West) und Valence (Zone Süd), wurden die nachfolgenden vorläufigen Schlußfolgerungen gezogen:

Die feinblättrigen *Festucas* gaben an allen Stellen gute Ergebnisse. Auch *Phleum nodosum* und *Lolium perenne* haben gute Resultate erbracht, sind jedoch empfindlich für Sommer-trockenheit und hohe Temperatur. *Agrostis* ssp. sind für Frankreich wegen der großen Empfindlichkeit gegenüber klimatologischen Einflüssen im Sommer und Winter von keiner Bedeutung. *Poa pratensis* ist wiederum angepaßt in Nordwest-Frankreich. Es ist allerdings zu bemerken, daß es bis jetzt noch keine Versuche im Küstengebiet des Mittelmeeres gibt.

Daß auch die Pflege der Rasen einen großen Einfluß ausübt, zeigen die Versuche von TAYLOR.

In Mischungen von Pennlawn und Boreal (Ausläuferrotschwengel), Park und Merion (Wiesenrispe) sowie Highland Bent bei einer Schnitthöhe von 1,3 cm und 3,8 cm war *Agrostis-Highland Bent* die konkurrenzfähigste der drei Spezies und dominierte in allen Mischungen, speziell bei Tiefschnitt.

Obwohl Rotes Straußgras also in British Columbia sehr gut angepaßt ist, bereitet diese Art in der Praxis jedoch große Schwierigkeiten. Normalerweise werden Rasenflächen auf die für Wiesenrispe empfohlene Schnitthöhe gemäht und bei dieser Schnitthöhe wird Rotes Straußgras als Unkraut betrachtet.

Aus dem Bericht von J. P. SHILDRICK sei noch folgendes hervorgehoben:

Bei *Lolium perenne* haben Sorten wie Manhattan und Sprinter im Vergleich mit den besten landwirtschaftlichen Sorten in Versuchen mit einer Trittmachine eine bessere Trittv-träglichkeit ergeben. In Versuchen mit einer Schnitthöhe von 5 mm waren neben Sorten von Horstrotschwengel auch Rotschwingelsorten mit kurzen Ausläufern von guter Qualität, obwohl einige der Sorten von Krankheiten befallen wurden. *Poa pratensis* kann wertvoll für Sportrasen mit einer Schnitthöhe von 15–20 mm sein, eine Verbesserung der Konkurrenzfähigkeit nach der Aussaat, also der Auflaufgeschwindigkeit und Anfangsentwicklung, wurde bisher allerdings nicht beobachtet. *Phleum bertolonii* (*Phleum nodosum*) und späte Sorten

von *Phleum pratense* werden wegen des raschen Aufgangs, ihrer guten Anfangsentwicklung und der Trittresistenz geschätzt.

Auf die Bedeutung von Wurzeluntersuchungen an Rasen-gräsern wurde von P. BOEKER hingewiesen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen große Unterschiede im Wurzelgewicht zwischen den verschiedenen Spezies. Besonders hohe Wurzelgewichte wurden bei *Poa pratensis*, *Festuca ovina*, *Festuca rubra rubra* und *Festuca rubra commutata* gefunden, sie waren ein wenig niedriger bei *Lolium perenne*, *Phleum pratense* und *Phleum nodosum*; die niedrigsten Werte wurden bei *Agrostis canina* und *Agrostis tenuis* ermittelt.

Innerhalb der Spezies gibt es statistisch gesicherte Unterschiede zwischen Sorten. Diese Unterschiede wurden sowohl im totalen Wurzelgewicht als auch in der Verteilung der Wurzeln über verschiedene Bodenschichten gefunden. Diese Unterschiede können für die Trockenheitsresistenz der Sorten, für ihre Anwendung gegen Erosion und eventuell für eine Sortenidentifizierung wichtig sein.

Über die Sortenidentifizierung von *Poa pratensis* an Samenmerkmalen wurde von D. E. BROWN berichtet.

Weil in USA immer mehr Sorten von *Poa pratensis* kommerziell eingeführt werden, ist es wichtig, daß diese Sorten an Samenmerkmalen identifiziert werden können. Hierfür sind verschiedene Methoden benutzt worden. Eine Methode ist, die Länge und Breite der Samen unter zwanzigfacher Vergrößerung zu bestimmen, und dann die verschiedenen Sorten in Länge- und Breitengruppen zu klassifizieren. Weitere morphologische Merkmale ermöglichen eine definitive Sortenbestimmung.

Über Sortenschutz und Sortenliste für Rasengräser in den Niederlanden referierte H. VOS, Wageningen.

Zur Erteilung des Sortenschutzes werden die Sorten auf Unterscheidbarkeit, Homogenität, Beständigkeit und Weltneuheit geprüft. Diese Prüfung wird mit einer differenzierenden Sortenbeschreibung abgeschlossen. In der Beschreibenden Sortenliste, die jedes Jahr veröffentlicht wird, werden nur diejenigen Sorten behandelt, die für die Niederlande einen bestimmten Kulturwert haben.

Die Registerprüfung wurde in näheren Einzelheiten am Beispiel von *Poa pratensis* und *Festuca rubra* besprochen, also einer apomiktischen und einer fremdbefruchtenden Art. Bis 1973 wurden etwa 40 Sorten von *Poa pratensis* unterschieden. Die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale sind folgende:

Rotfärbung von Blattscheiden und Rispen; Behaarung verschiedener Teile der Blattscheide, der Blattspreite und des Blatthäutchens; Länge des Halms; Breite der Blattspreite; Form der Rispe; Datum des Ährenschiebens; Resistenz gegen Krankheiten. Die Chromosomenzahl wird nicht benutzt.

Bei *Festuca rubra* sind bisher etwa 30 Sorten an den nachfolgenden Merkmalen unterschieden worden:

Chromosomenzahl, Wuchsform, Auftreten unterirdischer Ausläufer, Rotfärbung der Blattscheide, Halmlänge, Blattbreite, Datum des Ährenschiebens, Krankheitsresistenz.

Für *Festuca rubra rubra* mit kurzen Ausläufern und 42 Chromosomen wurde als eigene Bezeichnung *Festuca rubra* var. *trichophylla* Gaud. vorgeschlagen.

Für die Wertprüfung sind folgende Eigenschaften am wichtigsten:

Ausdauer, Konkurrenzfähigkeit, Winter- und Sommerfarbe, Resistenz gegen Krankheiten, Winterfestigkeit, Trittfestigkeit, Auflaufgeschwindigkeit, Wüchsigkeit, Blattbreite.

Über Gräserarten zur Begrünung an Straßen und Autobahnen wurde von R. W. DUELL berichtet.

Bis jetzt sind für diesen Zweck Mischungen billiger, teilweise landwirtschaftlicher Gräser benutzt worden. Rohr-schwengel, Redtop (*Agrostis alba*) und Deutsches Weidelgras haben gute Ergebnisse zur Erosionsbekämpfung erbracht. Solche Mischungen sind jedoch sehr hochwüchsig und müssen zu oft gemäht werden. Diese Gräser werden jetzt mit Sorten von Rasengräsern, Neuintroduktionen, dem Standort angepaßten Auslesen und experimentellen Sorten aus speziellen Zuchtprogrammen verglichen. Die Prüfungen werden an Straßen oder unter vergleichbaren Bedingungen, also bei

minimaler Düngung und geringer Schnitffrequenz nach Narbenschluß, durchgeführt. Bei den bisher benutzten Gräsern bereitete die Halmbildung eines der größten Probleme.

Ausläuferbildende, feinblättrige Festucas scheinen in dieser Hinsicht auch in USA gute Möglichkeiten zu bieten. Aufaufgeschwindigkeit und Anfangsentwicklung sind gut und die Farbe bleibt während des größten Teils des Jahres, auch unter trocknen Bedingungen, grün. Die dichte Narbe und die Bildung unterirdischer Ausläufer schafft eine genügende Konkurrenzfähigkeit gegen eindringendes Unkraut. Die Saatgutproduktion bereitet keine Schwierigkeiten, allerdings werden, wenn nicht gemäht wird, nur wenig Halme gebildet. Die „common“-Typen von *Poa pratensis* sind langblättrig und bilden nur mittelmäßige Halme aus, die schnell lagern. Die Ausdauer ist unter nährstoffarmen Bedingungen gut, so daß diese „common“-Typen von *Poa pratensis* konkurrenzfähig gegenüber Ausläuferrotschwingel erscheinen. Kurzblättrige *Poa pratensis*-Sorten und *Festuca rubra commutata* benötigen bessere Nährstoff- und Feuchtigkeitsbedingungen und müssen gemäht werden, um einen befriedigenden Aspekt zu erhalten. Bei einigen feinblättrigen Festucas ergab sich als ein Problem, wenn nicht gemäht wurde, das Absterben der Ansaaten. Dieses Problem trat bei *Poa pratensis* nicht in Erscheinung. Ob „nie mähen“ auf längere Sicht jedoch möglich ist, bleibt nach eigener Meinung jedoch fraglich.

Die genannten Gräser sind nur in den nördlichen Staaten der USA verwendungsfähig. Schon in Indiana bereitet Ausläuferrotschwingel auf südlich exponierten Hängen Schwierigkeiten wegen Hitze und Trockenempfindlichkeit.

Gräser für Salz- und Alkali-Böden wurden von J. D. BUTLER besprochen. Das Schnee- und Eisfreihalten der Autobahnen und die Benutzung von natürlich versalzten Böden im Rahmen der Urbanisierung haben den Bedarf an salztoleranten Gräsern erhöht. Bis jetzt konnte nur bei drei bis vier Gräsern die erwünschte Kombination von Raseneignung und Salztoleranz gefunden werden.

Puccinellia sp. (*Glyceria* sp.) und *Distichlis stricta* haben eine natürliche große geographische Verbreitung in Salzgebieten.

Im Jahre 1969 wurde Salzschwaden (*P. distans*-G-*distans*) an einer Illinois-Autobahn gefunden, wo Salz die übrige Vegetation vernichtet hatte. Dieses Gras hat sich seit 1969 entlang der Illinois-Autobahn sehr verbreitet. Bodenanalysen haben

gezeigt, daß Salzschwaden noch auf Böden mit einem Natriumgehalt von 14 000 p.p.m. und darüber und einem Gehalt an löslichen Salzen von über 33 000 p.p.m. wächst. In Colorado werden *P. distans* und *P. lemmoni* in Salzgebieten sogar für Athletikfelder und Gartenrasen benutzt.

Die Züchtung auf bessere Raseneignung und erhöhte Salztoleranz war bisher wenig intensiv. In USA wird jetzt jedoch Material gesammelt und in dieser Hinsicht geprüft. Eine Auslese von Salzschwaden mit guten Rasenqualitäten befindet sich gegenwärtig im Hinblick auf weitere Prüfungen in der Vermehrung.

Zusammenfassung

Der Themenkreis Rasengräser, -Züchtung, Bewertung und Eigenschaften wie er im Verlauf der 2. Internationalen Turfgrass-Research Konferenz in Blacksburg abgehandelt wurde, enthält Angaben über Züchtungsarbeiten an *Cynodon dactylon*, *Stenotaphrum secundatum*, *Festuca rubra* und *Poa pratensis*, über die Eignung von *Poa pratensis* in England, Frankreich und Kanada sowie über Arten- und Sortenunterschiede, die in England und unter besonderer Berücksichtigung der Bewurzelung in der Bundesrepublik Deutschland gewonnen werden.

Weitere Angaben beziehen sich auf die Sortenidentifizierung bei *Poa pratensis* an Samenmerkmalen, auf Sortenschutz und Sortendifferenzierung in den Niederlanden, auf Grasarten zur Begrünung an Straßen und Autobahnen sowie auf Gräser für Salz- und Alkaliböden.

Summary

Turf grasses — i. e. breeding, assessment and characteristics — were a subject of the second International Turf Grass Research Conference at Blacksburg. This conference provided information on the breeding of *Cynodon dactylon*, *Stenotaphrum secundatum*, *Festuca rubra* and *Poa pratensis*, on the question whether *Poa pratensis* could be used in England, France and Canada and on differences between species and varieties as they occur in England and in the Federal Republic of Germany with particular consideration of root development.

Information is further provided on the identification of *Poa pratensis* varieties by means of seed characteristics, on variety registration and variety differentiation in the Netherlands, on grass species for the purpose of producing a green cover on slopes of road and highway and on grasses for saline and alkaline soils.

2. Ernährung und Dünger

Von den mehr als 70 auf dem II. Internationalen Rasen-Kongreß in Blacksburg (Virginia-USA) zum Vortrag gekommenen Referaten waren in der 2. Section 12 Referate dem Themenkreis „Ernährung und Düngung“ gewidmet.

Neun Vorträge basierten auf amerikanischen Untersuchungen, je ein Referat kam aus Deutschland, England und Japan.

Während drei Referaten Untersuchungen an Gräsern der südlichen Klimazonen (Warm Seasons) zugrunde lagen, basierten die anderen Vorträge auf Untersuchungen an Ansaaten von *Poa pratensis*, *Agrostis spec.*, *Lolium perenne* und verschiedenen Artengemischen.

Im ersten Referat berichtete P. BOEKER, Bonn, über die Wirkung der Düngung auf die Wurzelentwicklung einer Rasenmischung. Bei Probenahmen im Herbst 1971 und 1972 eines im dritten Jahr stehenden Düngerversuches auf einem *Poa-Festuca-Agrostis*-Rasen wurde festgestellt, daß der größte Wurzelanteil in der Schicht von 0–5 cm vorkommt. Die größten Wurzelmassen wurden auf den ungedüngt gebliebenen Parzellen festgestellt. Das traf für alle Schichten zu, besonders jedoch für die Zonen unter 10 cm. Organische Dünger verbesserten die Wurzelentwicklung nicht im Vergleich zu mineralischen Düngern mit N-Gehalten bis zu 36%.

Im Durchschnitt wurde in den einzelnen Schichten folgende Verteilung der Wurzelmassen in Prozent festgestellt:
0–5 cm = 93,05 %; 5–10 cm = 3,68 %; 10–15 cm = 2,03 %
und 15–20 cm = 1,24 %.

R. Pietsch, Betzdorf

Dem Referat von R. W. MILLER von der Ohio State University, Columbus, lagen Untersuchungen über die Abhängigkeit verschiedener Mineral-Elemente bei der Ernährung von Rasengräsern zugrunde. Geprüft wurde an Rohrschwingel (*Festuca arundinacea*), wobei die Nährstoff-Konzentrationen von 16 Elementen im Schnittgut ermittelt wurden. Dabei wurden signifikante Korrelationen bei der Aufnahme bestimmter Nährstoffe festgestellt. So war z. B. die Aufnahme von Kalium abhängig von der Verfügbarkeit von Stickstoff. Die Aufnahme von Kalium und Magnesium stand in positiver Korrelation zur Aufnahme von Natrium, Eisen, Kupfer, Zink und Molybdän; die Aufnahme von Kalium dahingegen in negativer Korrelation zu Magnesium, Natrium, Mangan, Zink und Molybdän. Anhand von 69 Element-Kombinationen wurde nachgewiesen, daß die Aufnahme von im Boden vorhandenen Elementen weitgehend abhängig ist von der Versorgung der Pflanze mit den Haupt-Nährstoffen Stickstoff, Kali und Phosphorsäure.

R. E. ENGEL von der Rutgers University, USA, berichtete über den Einfluß der Stickstoff-Düngung auf die Arten-Dominanz verschiedener Rasenmischungen. Dabei zeigten Gräserarten in Mischungen aus zwei oder mehreren Arten verschiedene Reaktionen auf quantitativ und zeitlich verschiedene Stickstoffgaben. Bisher kam Stickstoff insbesondere zur Unterstützung der Dichtewüchsigkeit und des Farbaspekts zur Anwendung. Jedoch darf die Wirkung auf die selektive Veränderung des ökologischen Gleichgewichtes der Arten nicht

übersehen werden. Klima-Einflüsse können natürlicherweise auch hier eine Verschiebung der Ergebnisse bewirken. Hohe Stickstoffgaben führten in *Poa pratensis*-Rasen zu einer Verringerung der Rotschwengel-Anteile, ebenso wie ein stark Stickstoff-gedüngtes Bermudagrass viele andere Arten verdrängen kann. Darüber hinaus soll eine Reduzierung von Straußgräsern in einem *Poa pratensis*-Rasen mit einer Herbst-Düngung weit eher möglich sein als mit einer Frühjahrs-Düngung. In einem Rasen mit Gräsern der kalten Klimazone wurde unter dem Klima von New Jersey durch geringe Stickstoffgaben der Anteil von *Zoysia* gefördert, was ebenso möglich war bei einer N-Gabe zu Beginn einer Wärme-Periode. Nicht erreicht wurde die Reduzierung von *Poa annua* in *Agrostis*-Rasen durch N-Düngung.

D. THOMAS DUFF von der Rhode Island Universität berichtete über den Einfluß einer Stickstoff-Herbst-Düngung auf die Kohlenhydrat-Bildung bei *Poa pratensis*. Er konnte nachweisen, daß eine späte Stickstoffgabe unabhängig von der Zeit der Ausbringung – in seinen Versuchen zwischen dem 1. Oktober und 15. Dezember – die Bildung von Kohlenhydraten positiv beeinflusste. Die Widerstandsfähigkeit der Gräser bei niedrigen Temperaturen sowie die Erzielung eines zeitlich länger anhaltenden Grünaspekts bis hin in den Spätherbst und eine frühere Grünfärbung im Frühjahr konnten mit der Anreicherung von Kohlenhydraten während der Herbstmonate in Zusammenhang gebracht werden.

P. E. RIEKE von der Michigan State Universität hatte die Beziehungen zwischen der Stickstoffdüngung und der Nitrat-Bewegung an Rasenrassen zum Gegenstand seiner Ausführungen. Hohe Frühjahrsgaben an leichtlöslichem Stickstoff zeigten sowohl auf stark bewässertem Sandboden als auch auf fein-sandigem Lehm unter nur mäßiger Beregnung eine deutliche Nitrat-Bewegung. Die Auswaschungsverluste verringerten sich jedoch bei mehrfacher Anwendung und Ausbringung in kleineren Gaben. Ganz allgemein war die Auswaschung auf bewässerten Sandböden größer. Bei Verwendung langsam-löslicher Stickstoffdünger konnte im Frühjahr nur eine geringe Nitrat-Bewegung beobachtet werden.

Die Arbeit von W. A. ADAMS und P. J. BRYAN vom University College of Wales hatte den Einfluß der Schnitthöhe und Stickstoffversorgung auf das Wachstum von Rasenrassen zum Thema. Geprüft wurde an den *Poa pratensis*-Sorten Merion, Fylking und Nugget sowie den beiden *Lolium perenne*-Sorten S 23 und Barenza. Die Abhängigkeit des Stickstoffbedarfs von der Schnitthöhe konnte nachgewiesen werden. Hierbei war der geringste Stickstoffbedarf bei der niedrigsten Schnitthöhe zu verzeichnen, mit anderen Worten, je größer die Schnitthöhe desto höher war die erforderliche Stickstoffmenge zur Vermeidung typischer Stickstoffmangel-Erscheinungen. Bei den Wurzeln waren der Einfluß der Stickstoffdüngung und der Schnitthöhe nicht in gleichem Maße festzustellen. Unzureichende Stickstoffgaben führten zwar zu einer Reduzierung des oberirdischen Aufwuchses, eine negative Beeinflussung der Wurzelentwicklung konnte jedoch nicht festgestellt werden.

J. KAMON, Japan, berichtete über Magnesium-Schäden an *Zoysiagrass*, deren Auftreten nach Anwendung verschiedener Magnesiumgaben beobachtet wurde. Eine MgO-Gabe von 20 ppm in einer Wasserkultur schien ausreichend, um Magnesiumschäden und die damit verbundenen Blattaufhellungen nicht auftreten zu lassen.

F. V. JUSKA und J. J. MURRAY vom U. S. Department of Agriculture stellten fest, daß sich durch eine ausgewogene K- und N-Ernährung bei Bermudagrass-Züchtungen in der Übergangszone der Vereinigten Staaten die Winterhärte ganz wesentlich steigern läßt. Bermudarassen ohne Kali-Gabe zeigten im Durchschnitt viermal so hohe Auswinterungswerte als mit Kali gedüngte Parzellen. So wurde bei der Landsorte „Arizona common“ die Auswinterung durch Kali-Gaben von 70,6 auf 19,4% reduziert, bei den Zuchtsorten Tifgreen von 9,7 auf 6,2%, bei Tufcote von 25,5 auf 1,5%.

JOHN R. HALL (Universität von Maryland) und R. W. MILLER (Ohio State Universität) hatten die Wirkung von Phosphor auf den Gesamteindruck und die chemische Zusammensetzung von *Poa pratensis* „Merion“ untersucht. Gleichzeitig wurde ein Vergleich der Probemethoden angestellt, um eine zuver-

lässige Aussage über die Beziehung zwischen den Phosphor-Bodentestwerten und den Phosphorwerten im Schnittgut zu erhalten. Bei der Untersuchung der Nährstoffkonzentrationen einschließlich der Spurenelemente in der Blattmasse wurde festgestellt, daß die Verfügbarkeit von Phosphor die Elementkonzentrationen im Blatt beeinflusste. Dabei waren jahreszeitliche Schwankungen in den Konzentrationen signifikant. Die Korrelationen zwischen dem im Blattgewebe festgestellten Phosphor und den Schnittgut-Erträgen waren größer als die Korrelationen zwischen den Bodentestwerten an Phosphor und den Schnittgut-Erträgen. Die Autoren vertreten die Meinung, daß eine Bestimmung von Phosphor und Bodenfruchtbarkeit über die Blätter grundsätzlich möglich ist, wenn vermieden wird, daß physiologisch junges Gewebe in diese Untersuchungen einbezogen wird.

R. L. GOSS von der Washington State University hatte zum Thema seines Referates die Wirkungen von variablen Schwefelgaben auf die Qualität von Straußgrasrasen. Bereits 1966 durchgeführte Versuche mit Schwefelgaben brachten deutliche Farb- und Wachstumsänderungen an Straußgrass-Putting Greens. Deshalb wurden 1967 Versuche eingeleitet, um die Wirkung von Schwefelgaben auf die Farbe, die Dichte, Schnittgut-Erträge sowie auf Fusarium- und Ophiobolus-Erkrankungen zu untersuchen. Dabei wurde festgestellt, daß alle Schwefelbehandlungen die Versuchsfrage positiv beantworteten, d. h. die Färbung wurde intensiver, die Dichte nahm zu, die Schnittgut-Erträge lagen höher. Ebenso konnte ein Rückgang an Ophiobolus- und Fusarium-Befall festgestellt werden. Dabei war es unerheblich, in welcher Höhe der Stickstoff appliziert wurde.

Allerdings war zwischen niedrigen und hohen Stickstoffgaben besonders in der Farbe und Dichte des Rasens eine Differenzierung festzustellen. Jedoch war auch bei der niedrigsten Stickstoffgabe und Schwefel-Applikation eine Steigerung gegenüber der unbehandelten Parzelle zu beobachten. Interessant war die Feststellung, daß die Ausbreitung von *Poa annua* einschließlich der Rispenbildung in allen Schwefel-gedüngten Parzellen reduziert wurde. Dabei waren höhere Schwefelgaben von größerer Wirkung. Phosphor-gedüngte Parzellen zeigten ohne Berücksichtigung der Höhe ihrer Stickstoff- oder Schwefelgaben eine verstärkte *Poa annua*-Wüchsigkeit gegenüber Parzellen ohne Phosphordüngung. Es scheint also möglich, durch gezielte Schwefelgaben sowohl die Fusarium- und Ophiobolus-Infektion als auch die Verbreitung von *Poa annua* zu reduzieren. Die Versuchsergebnisse des Autors haben zu Änderungen der Dünger-Formulierungen für den Nordwesten der USA geführt.

R. E. SCHMIDT und V. SNYDER aus Blacksburg (USA) stellten bei ihren Untersuchungen über Stickstoff- und Eisendüngung zu Straußgräsern fest, daß nicht nur das Aussehen dieser Rasen bei Herbst-, Winter- und Frühjahrsdüngung verbessert wurde, sondern in bestimmten Zeiten auch das Wurzelwachstum besonders durch Verarbeitung einer Eisendüngung erhöht werden konnte. So wirkte sich eine Stickstoffdüngung im Januar auf das Wurzelwachstum und die Widerstandsfähigkeit gegenüber Austrocknung im Sommer günstiger auf die Straußgräser aus als eine Düngung im Februar. Späte Gaben mit Stickstoff erhöhten die Wurzelentwicklung im Vergleich zu Frühjahrsgaben. Zu beiden Anwendungszeiten wurde durch einen Zusatz von Eisen die Bewurzelung insgesamt gefördert.

R. J. HULL von der Universität in Rhode Island berichtete über die Kohlenstoff-Assimilation und Translocation in *Poa pratensis*-Rasen bei verschiedenen Ernährungsstufen. Die Kohlenstoff-Fixierung war in Parzellen mit höheren Ernährungsstufen wesentlich höher als bei denen mit einer nur geringen Nährstoffversorgung. Die Translocation des durch die Blätter fixierten Kohlenstoffes konnte innerhalb 1–2 Stunden in den Wurzeln und Spitzengeweben festgestellt werden. Die Bewegung des Kohlenstoffes war nach 24 Stunden abgeschlossen. Über einen längeren Zeitraum verlief die Translocation des assimilierten Kohlenstoffes in der kalten Jahreszeit, wobei ein größerer Prozentsatz in die Wurzeln wanderte. Die Kohlenhydrat-Ablagerungen waren insgesamt bei gut ernährtem Rasen kleiner, zeigten aber eine größere Umsatzrate als Rasen mit schlechterer Ernährung.

Der letzte Vortrag von R. H. WALKER und C. Y. WARD von der Mississippi State Universität befaßte sich mit Centipedegras (*Eremochloa ophiuroides*). Dieses im Süden der USA immer populärer werdende Rasengras ist geprägt durch eine ungenügende Überwinterung. Die spezielle Wirkung von Stick-

Zusammenfassung

Von den mehr als 70 Referaten, die bei der Internationalen Turfgrass Research Conference in Blacksburg gehalten wurden, befaßten sich 12 mit dem Thema „Ernährung und Dünger“. Neun Referate wurden von amerikanischen Forschern gehalten, ein Referat kam aus Deutschland, eins aus England und eins aus Japan.

Drei Vorträge befaßten sich mit Gräsern der Warmen Zone, während sich der Inhalt der übrigen Referate dieses Themenkreises vornehmlich auf Untersuchungen von *Poa pratensis*, *Agrostis Spec.*, *Lolium perenne* und verschiedenen Mischungen bezog.

Es wird ein kurzer Bericht über diese Referate gegeben.

stoff und Kalium auf Wachstum und Entwicklung dieses in unserer Klimazone völlig unbekanntes Grases wurde in umfangreichen Gewächshaus- und Feldversuchen geprüft. Dabei konnte eine positive Korrelation zwischen mineralischer Ernährung und Winterresistenz festgestellt werden.

Summary

On the occasion of the Second International Turfgrass Research Conference in Blacksburg (Virginia — USA) more than 70 papers had been presented. In the 2nd session 12 papers were concerned with the theme "Nutrition and Fertilizers".

Nine papers were based on American researches, one paper came from Germany, one from England and one from Japan. Three papers concerned researches on grasses of the Warm Season, whereas subject of the other papers were researches on *Poa pratensis*, *Agrostis spec.*, *Lolium perenne* and different mixtures of species.

Here a short report of these papers is given.

3. Umwelteinflüsse und Bodenmodifikation

1. Umwelteinflüsse

In den Rahmen der umfangreichen Thematik, die bei der Internationalen Rasenkonferenz in Blacksburg/USA abgehandelt wurde, fielen auch Referate, die sich mit Umwelteinflüssen auf den Rasen beschäftigten. Nach J. BEARD werden 3 Begriffe häufig unsachgemäß verwendet, nämlich **Klima**, **Wetter** und **Umwelt**.

Klima umfaßt atmosphärische Einflüsse auf ein spezifisches Gebiet über eine Periode von vielen Jahren;

Witterung bedeutet den zeitlich begrenzten Zustand der Atmosphäre für ein ebenfalls begrenztes Gebiet;

Umwelt ist die Zusammenfassung aller wirksamen Umstände, die den Rasen beeinflussen.

Rasenkultur hat die Aufgabe, günstige Umwelteinflüsse für Wachstum und Entwicklung des Rasens zu schaffen.

Unter der Thematik der Umwelteinflüsse wurden folgende Themen behandelt:

- Rasenbeheizung mit Warmluft.
- Anatomische, morphologische und physiologische Studien in Beziehung zur Persistenz südlicher Rasengräser unter Wachstumsbedingungen mit reduzierter Lichtintensität.
- Morphologische Reaktionen von *Poa pratensis* und *Festuca rubra* auf reduzierte Lichtintensität.
- Automatische Bewässerungssysteme für Rasengräser.
- Anwendung der Infrarot-Fotografie in der Rasenforschung.
- Verbesserung der Wasserverhältnisse durch Bodenfeuchtemittel.

Von diesen Themen sollen die für die europäischen Verhältnisse wichtigsten Resultate kurz besprochen werden. Der vollständige oder erweiterte Wortlaut der Referate wird in den „Proceedings“ des Kongresses publiziert werden.

Um die Einwirkungen von Frost und Schnee auf Rasensportplätzen mit Winterspielbetrieb auszuschalten, sind nach G. G. FISHER, Cambridge, schon viele Möglichkeiten untersucht worden. So kennt man Elektro- und Warmwasserbeheizung von Rasenspielfeldern. In beiden Fällen ist jedoch die Wärmeleitung verschieden und langsam, während Warmluft unter Druck schneller und gleichmäßiger wirkt. Bei Elektroheizung im Verband ist außerdem mit Schwierigkeiten bei der späteren Pflege zu rechnen (Spiken usw.). Die benutzte Warmluft soll allerdings feucht sein, weil die Wärmekapazität und damit die Wärmeabgabe dann mehrfach (bis 4mal) größer ist. Zum Einleiten der Warmluft in den Bodenaufbau werden perforierte Rohre benutzt.

Man hat festgestellt, daß das Frühjahrswachstum bei Beheizung 6 Wochen früher beginnt. Die jährlichen Heizkosten für ein Fußballfeld betragen etwa 20 000,— DM. Dagegen wurde der Verlust durch Spielausfall für 44 professionelle Vereine in einer Wintersaison auf 1 600 000,— DM berechnet, d. h. 40 000,— DM pro Verein.

J. P. van der HORST, Den Haag/Niederlande

Damit erscheint der Einbau einer Rasenbeheizung für notwendige Fälle empfehlenswert.

Untersuchungen von J. F. WILKINSON und J. B. BEARD zum Verhalten von *Poa pratensis* und *Festuca rubra* bei reduzierter Lichtintensität haben eine geringere Schattentoleranz von *Poa pratensis* ergeben. Die Untersuchungen wurden in Wachstumskammern mit einer von 2700 bis 4300 Lux wechselnden Lichtintensität durchgeführt. Eine geringe Lichtintensität bewirkte ein schmaleres Blatt und bei *Poa pratensis* eine vertikale Blattstellung, die bei *Festuca rubra* mehr horizontal blieb. Bei hoher Lichtintensität wiesen beide Gräser eine mehr horizontale Wuchshaltung auf.

Das Versagen von *Poa pratensis* im Schatten wird oft Krankheiten zugeschrieben. Bei diesen Untersuchungen wurden Krankheiten jedoch nicht beobachtet.

Nach G. M. WOOD kann die Infrarot-Fotografie eine wertvolle Hilfe für die Rasenforschung sein. Der nicht sichtbare Infrarotreflex von Rasen variiert von 12 bis 87%. Sichtbares Grün hat einen Reflex von 5 bis 12%.

Wenn normales Licht auf Rasen fällt, dann werden die blauen und roten Komponenten durch das Chlorophyll absorbiert, während ein kleiner Teil des Lichts reflektiert wird. Die nicht sichtbare Infrarot-Strahlung wird dagegen durch die innere Struktur der Grasblätter stark reflektiert. Durch Krankheiten, intensive Benutzung, Kälte, geringe Ernährung udgl. beeinträchtigt Rasen verliert schnell seine Infrarot-Reflektanz. Das führt zu einer Änderung der Farbe von violett zu gelb, wenn ein gegenüber Infrarotstrahlung empfindlicher Film verwendet wird.

2. Rasenböden und ihre Veränderung

Zu dem Themenkreis „Rasenböden und ihre Veränderung“ wurden folgende Referate gehalten:

- Bodenmodifikation für Rasensportflächen.
- Texturanalysen von Böden für Sportplatz-Konstruktionen.
- Beschreibung des Sportrasen-Systems.
- Vertikale Sandbänder zur Verbesserung etablierter Sportrasen.
- Scherfestigkeit als ein Maßstab für die Belastbarkeit von Sportfeldern.
- Spezifikationen einer Methode zur Konstruktion von Putting Greens.
- Sandgemische mit organischen Substanzen zur Konstruktion von Putting Greens.

Das erste Referat von W. SKIRDE ist inzwischen in Heft 2/1973 von RASEN—TURF—GAZON veröffentlicht worden.

SKIRDE hebt die Bedeutung der Wasserdurchlässigkeit der Rasensportplätze mit Winterspielbetrieb hervor. Allerdings muß beim Aufbau des Profils auch die Wasserspeicherung berücksichtigt werden.

Die neue Auffassung über den Bodenaufbau ist die gleiche, wie sie in den Niederlanden besteht, wo durch die Verwen-

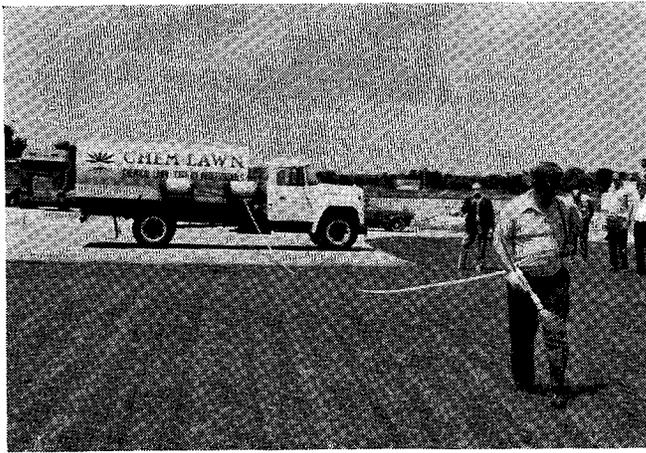


Abb. 1: Kommerzielle Rasenpflege

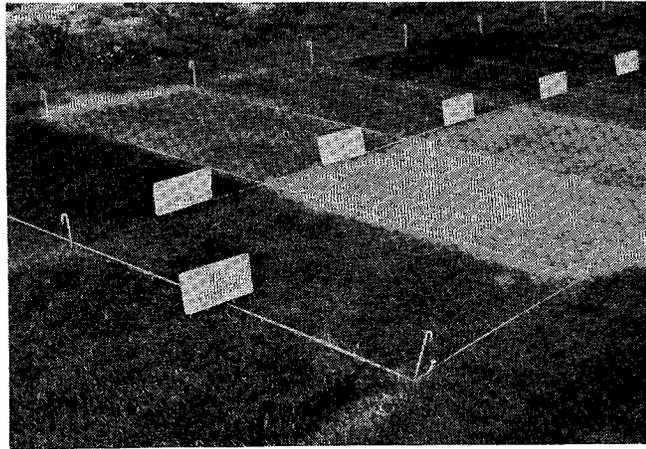


Abb. 2: Versuchsanlage mit Wuchshemmstoffen, Herbiziden usw.

dung des richtigen Sandes, der zur Verfügung steht, bereits seit vielen Jahren Durchlässigkeit und Speicherung von Wasser beeinflusst werden. Nunmehr ist es möglich, das Profil auch mit Hygromull, Perlit und Vermiculit zu verbessern. Allerdings soll man vorsichtig mit der Verwendung von zu viel Torf sein, da der Boden dann zu weich wird. Hier kann ein Teil Torf durch Hygromull ersetzt werden. Der gute Erfolg mit einem Gemisch aus 60 % Sand und 40 % Torf in Schweden ist nicht auf Gebiete mit Winterspielbetrieb übertragbar.

Von W. H. DANIEL wurde ein komplettes System des Baues von Golfgreens beschrieben, das sowohl eine Unterflurbewässerung mit Hilfe einer Plastikfolie als auch einen Wasserabzug durch ein Pumpsystem vorsieht. Ebenso ist in dieses System des Baues von Rasenflächen der Einbau einer Bodenheizung mit einbezogen worden.

Im Vergleich mit Beregnung bringt das Prinzip der Unterflurbewässerung viele Vorteile. Das ist wohl auch der Grund, daß 1973 bereits 200 nach diesem Prinzip gebaute Greens existieren. Für normal benutzte Sportplätze dürfte eine Unterflurbewässerung jedoch allein aus Preisgründen nicht in Betracht kommen.

Neben diesen Referaten wurden insbesondere Versuche über Scherfestigkeit sowie spezielle Bauweisen von Greens für Golfplätze mitgeteilt. Da sich daraus keine neuen Anregungen für unsere Verhältnisse ergaben, sollen anschließend einige allgemeine Eindrücke von den Exkursionen mitgeteilt werden, die mit der Konferenz verbunden waren.

Im Verlauf dieser Exkursionen wurde ein großer Teil des Ostens und der Mittelstaaten der USA besucht. Die Konferenz selbst zählte etwa 200 Teilnehmer, an den Exkursionen waren etwa 50 Teilnehmer aus Europa, USA, Japan, Australien und Neuseeland beteiligt. Während der Exkursionen wurde insbesondere ein guter Eindruck von dem Leben und der Forschungsarbeit an den Universitäten der USA gewonnen. Besucht wurden die Universitäten von Rhode-Island, Blacksburg-Virginia, Columbus-Ohio, Lafayette-Indiana und East Lansing-Michigan. Die Studentenzahl liegt an diesen Universitäten zwischen 20 000 und 50 000. Die Spezialisierung ist weit fortgeschritten, so daß die einzelnen Fakultäten viele Spezialgebiete aufweisen.

Die Intensität der Forschungsarbeiten an Rasen ergibt sich aus den in USA bestehenden Freizeitproblemen sowie aus den großen Klimaunterschieden, die viele Fragen aufwerfen. Golf ist in USA ein sehr populärer Sport, neben American Football, Baseball, Tennis usw. Folglich ist die Forschung im wesentlichen auch auf diese Sportarten ausgerichtet. Und da die feinen, sehr kurz gemähten Gräser mehr Probleme als größere und höher gemähte Rasen ergeben, sind die Untersuchungen auch stark nach Problemdominanzen orientiert. Besonders auffallend war der Beitrag der Industrie zu wissenschaftlichen Untersuchungen, wobei dies besonders für die chemische Industrie gilt. Allerdings ist die Gesetzgebung in USA auch viel toleranter als in Europa. Die Notwendigkeit jedoch, in stärkerem Maße Chemikalien als bei uns einzusetzen, ergibt sich aus dem starken Auftreten vieler Krankheiten in klimatologisch ungünstigen Gebieten, ferner aus den hohen Ansprüchen, z. B. an die Greens. Diese müssen makellos sein,

so daß präventive und kurative Maßnahmen zum Einsatz kommen. Daß ein derartiges System eine überflüssig-hohe Verwendung chemischer Mittel mit sich bringt, ist klar.

Die hohe Pflegeintensität, besonders auch mit chemischen Mitteln, hat in USA deshalb zwangsläufig zu Firmenbildungen geführt, die ein bestimmtes Pflegesystem auch für den privaten Bereich, für Hausgärten, vertragsmäßig durchführen. Eine derartige Firma (CHEM-LAWN) wurde in Dublin-Ohio besucht. Eine andere interessante Entwicklung hat sich in der Fertigrasenherstellung ergeben. Besonders in Michigan ist das Klima zwischen den großen Seen für Fertigrasenanzucht sehr geeignet. Man hat hier Farmen von 500 und mehr Hektar, die ausschließlich Rollrasen produzieren. Sofern die Anzucht jedoch auf Moorboden erfolgt, ist dieser Fertigrasen nicht für Sportplätze, sondern nur für Greens und für Hausgärten geeignet. Im Staate Virginia wird die Fertigrasenproduktion dagegen auf lehmigen Sandböden durchgeführt.

Der Transport des Rollrasens erfolgt bis zu 300 km. In einzelnen Fällen werden Kühlaggregate benutzt, so daß der geschälte Rasen 4 Tage gelagert werden kann. Ebenso kann der Rollrasen bei Kühlung auch nach der Lieferung noch bis zu 3 Tagen aufbewahrt werden, so daß die Wetterabhängigkeit bei Schälern, Transport und Verlegen verringert wird.

An den Universitäten stehen den Studenten umfangreiche Sportanlagen zur Verfügung. Dies soll an dem Beispiel der Michigan State University in East Lansing mit 41 000 Studenten gezeigt werden:

American Football-Stadion	für 76 000 Zuschauer
Basketball-Stadion	für 13 000 Zuschauer
Leichtathletikanlagen	für 4 000 Zuschauer
Hockeyplatz	für 3 000 Zuschauer
Golfplatz 1 : 18 Löcher; 1 : 9 Löcher	
Hallenbad	für 2 000 Zuschauer
Innengymnastik, Ringen usw.	für 2 000 Zuschauer
Baseball	für 5 000 Zuschauer
Europäischer Fußball	für 2 000 Zuschauer
40 Tennisplätze	

Zusammenfassung

Der Bericht enthält Angaben über Referate, die zu den Themenkreisen „Umwelteinflüsse“ und „Bodenmodifikation“ gehalten wurden. Es werden die Themen der einzelnen Referate benannt und einzelne Angaben besonders zu Ergebnissen mit Warmluftheizung, mit Schattenwirkungen, mit Infrarot-Fotografie sowie zur Bodenmodifikation bei Sportrasenflächen und zum Bau von Greens mit Unterflurbewässerung gemacht. Außerdem werden einige Eindrücke von Exkursionen mitgeteilt.

Summary

This article contains details of the lectures given under the titles "Environmental influences" and "Soil modification". The subjects of the individual lectures are mentioned first of all. This is followed by data of the results obtained when using soil heating, under shady conditions, when applying infrared photography, in case of soil modification on sports ground turfs and when establishing greens with sub-soil irrigation.

Some observations made during the excursions are also depicted.

In Amerika sind die Wachstumsbedingungen für Rasengräser wegen der dortigen Klimaverhältnisse nicht besonders günstig. Während der Sommerzeit bereiten hohe Temperatur und hohe Luftfeuchtigkeit große Schwierigkeiten und während des Winters herrschen sehr niedrige Temperaturen und oft viel Schnee vor. Diese Verhältnisse bewirken, daß man bei der Pflege auf Krankheiten und Schädlinge besondere Rücksicht nehmen muß. Ferner werden die Sportplätze in Amerika stark belastet, was zu einer großen Abnutzung sämtlicher Flächen führt, seien es Golfgreens, Fußballfelder oder Baseballplätze. Bei Fußball handelt es sich im wesentlichen um American Football, die europäische Sportart „Fußball“ ist in USA wenig verbreitet.

a) Ausbesserung von Football-Plätzen mit Fertigrasen und durch Nachsaat

In Amerika ist *Poa pratensis* das Gras, das am stärksten für Football-Plätze verwendet wird, oft werden aber auch *Festuca arundinacea* oder *Lolium* beigemischt. Bei der Ausbesserung von Sportplätzen ist es üblich, Soden (Fertigrasen) zu verwenden. Die Produktion von Soden ist in Amerika sehr groß, und die Soden werden weit über die Landesgrenzen hinweg verkauft. Auch für die Sodenproduktion verwendet man hauptsächlich *Poa pratensis*. Es gibt eine große Anzahl von *Poa pratensis*-Sorten, aber zwischen den Sorten findet man große Unterschiede in der Fähigkeit zur Bewurzelung nach dem Verlegen; ferner hängt die Wurzelbildung von der Jahreszeit ab. Einige Sorten vermögen es nicht, neue Wurzeln nach dem Verlegen im Frühsommer zu bilden, andere vermögen dies nach dem Verlegen im Frühling und Herbst nicht, und wiederum andere Sorten haben nach dem Verlegen das ganze Jahr über eine so geringe Wurzelbildung, daß sie für Fertigrasen unverwendbar sind.

Poa pratensis-Nugget z. B. verfügt über eine gute Wurzelbildung nach dem Verlegen im Sommer, aber über eine schlechte Bewurzelung nach dem Verlegen im Frühling und Herbst. Park und Windsor haben dagegen eine gute Wurzelbildung nach dem Verlegen im Frühling und Herbst, aber eine schlechte Wurzelbildung nach dem Verlegen während der Sommerzeit. Ferner ist die Bewurzelung von der Dicke und dem Düngungszustand der Soden abhängig. Helminthosporium verursacht ebenfalls oftmals ein schlechtes Wurzelwachstum.

Bei der Aussaat von Fertigrasen (Soden) ist es deshalb zweckmäßig, eine Mischung aus mehreren Sorten von *Poa pratensis* zu verwenden.

Bei der Ausbesserung von Football-Plätzen durch Saatgut ist die Behandlung der Fläche ebenso wichtig wie die Wahl des Saatgutes selbst. Es wird empfohlen, zuvor ein Verticutieren vorzunehmen, das dreimal durchgeführt werden soll. Danach wird Topdressing zugeführt, das Muttererde enthalten muß. Man verwendet ca. 2 Hektoliter pro 100 m². Bei der Nachsaat bekommt man das beste Resultat mit *Lolium*, wobei in Amerika Manhattan oder Pennfine empfohlen werden, das zweitbeste Resultat ergeben *Festuca rubra* und *Poa trivialis*. *Poa pratensis* wird nicht empfohlen, weil die Entwicklung zu langsam verläuft. Nach Aussaat des Saatgutes wird wieder ein Topdressing mit ebenfalls 2 Hektoliter pro 100 m² durchgeführt. Das Gras darf in der ersten Zeit nach der Aussaat nicht geschnitten werden.

b) Ausbesserung von Greens

Die Erhaltung von Greens ist auch in Amerika ein großes Problem. J. MADISON hat in seinem Referat ein Erhaltungsprogramm skizziert, das relativ einfach ist. MADISON schlägt vor, daß man die normale Bewässerungs- und Schneidemethodik beibehält, aber als Substitut für alle anderen Behandlungen soll eine häufige Zufuhr von Topdressing vorgenommen werden. Als Topdressing für Greens wird Sand benutzt, dem Saatgut, Düngemittel und diverse Chemikalien zur Krankheitskontrolle beigefügt sind. Mit dieser Behandlung soll eine Anhäufung von nicht umgesetztem organischem Material

(Thatch) vermieden werden, und somit auch eine umfangreiche mechanische Manipulation.

Als Saatgut zur Nachsaat von Greens wird *Festuca rubra* (*commutata*) und *Agrostis* (*stolonifera*) verwendet. Diese beiden Grasarten vertragen am besten einen zeitigen Schnitt nach dem Keimen, da das Schneiden die Bildung von Seitentrieben fördert. Zur Einsaat ist *Agrostis stolonifera*-Penncross mit Seaside verglichen worden. Bei derselben Pflanzenzahl pro Flächeneinheit wies Penncross die kräftigsten und vitalsten Pflanzen auf.

Für Wintergreens wird von der Verwendung von *Lolium perenne* abgeraten, weil *Lolium perenne*, bei extrem kurzem Schnitt (unter dem untersten Blatt), recht bald abstirbt. Ferner zeigt *Lolium perenne* nach einer Frostperiode ein unschönes graues Aussehen, während *Festuca rubra* und *Agrostis* eine angenehmere frische Farbe haben.

c) Nicht umgesetztes organisches Material in der Rasendecke (Thatch)

„Thatch“ ist in USA ein sehr großes Problem, vor allem in Verbindung mit intensiver Rasenpflege. Dies gilt sowohl für Greens als auch für Football-Plätze. Eine Beseitigung wird normalerweise durch Verticutieren, Aerifizieren und Topdressing vorgenommen.

Gezüchtete Rasengräser, starke Düngung und intensive Verwendung von Pflanzenschutzmitteln tragen dazu bei, das Thatch-Problem zu vergrößern. Das organische Material wird normalerweise von Pilzen, Bakterien und besonders von Regenwürmern zersetzt.

Pilze sind besonders bei Zerstörung von Stengelgewebe aktiv, während Bakterien am stärksten zur Zerstörung von Blattgewebe beitragen. Die Schnelligkeit, mit der die Stengel umgesetzt werden, ist nicht signifikant der Umsetzung von Blattgewebe. Beide Gewebe werden aber schneller als Wurzeln zersetzt.

Die Zellulosefraktion der Pflanzen unterliegt einer schnellen Verrottung, wogegen der Ligninanteil langsam zersetzt wird. In lebendem Gewebe beträgt der Ligningehalt 6–10 %, in „Thatch“ ist er 20–30 % hoch. Die Thatchanhäufung nimmt mit der Intensität des vegetativen Wachstums zu. Außerdem variiert die Thatchanhäufung von Art zu Art und von Sorte zu Sorte.

Poa pratensis-Nugget und *Agrostis stolonifera*-Evansville führen zu einer großen Thatchanhäufung, während *Poa pratensis*-Delta und *Agrostis stolonifera*-Cohansey Bent nur einen geringeren Thatchanfall ergeben.

Fungizide können den Thatchumsatz zeitweilig mindern, aber die Bekämpfung von Regenwürmern ist der Faktor, der im größten Umfang die Zersetzung von Thatch reduziert. Dagegen trägt die Zufuhr von Kalk dazu bei, die Zersetzung der organischen Substanz in der Rasendecke zu fördern.

d) Chemische Wuchshemmung bei Rasen

Das Mähen von Rasen ist immer als ein notwendiges und mit großen Kosten verbundenes Übel betrachtet worden.

Eine Methode zur Reduktion der Schnittkosten ist die Verwendung von Wuchshemm-Mitteln. In Amerika wird intensiv daran gearbeitet, geeignete Mittel zu entwickeln.

Bis jetzt muß die Verwendung von Wuchshemmstoffen auf Böschungflächen begrenzt werden. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die bisher benutzten Mittel das Gras verfärben. Dieser Effekt variiert von Grasart zu Grasart sowie von Sorte zu Sorte.

Die Mittel, die immer noch am meisten verwendet werden, sind ein Gemisch von MH_{30} und Chlorflurenol, und zwar 3,5 kg MH_{30} + 1,2 kg Chlorflurenol. Die Wirkung ist außerordentlich abhängig von der Entwicklung der Gräser, der Tropfengröße, der Lichtmenge sowie von den Grasarten, die auf der Fläche wachsen. Die Mittel haben den größten Effekt bei einem Spritztermin, wenn das Gras zu wachsen beginnt. Die Behandlung im Herbst ergab einen guten Effekt im folgenden Frühling, brachte aber dem Gras gewisse Winterschäden bei.

Die Mittel beeinflussen sowohl das vegetative als auch das generative Wachstum.

Es scheint, als würde *Festuca rubra* am geringsten Schaden leiden, während die Empfindlichkeit von *Poa pratensis* etwas größer ist. *Agrostis* ist dagegen sehr empfindlich und soll mit Wuchshemmstoffen nicht behandelt werden. Sämtliche Mittel ergaben eine Reduktion im Wurzelgewicht, wenn Gräser damit behandelt wurden, Wuchshemmstoffe sollen deshalb auch nicht auf Flächen eingesetzt werden, wo Soden geschnitten werden sollen.

Ein Mittel wie CCC soll die Bildung von Blatttrieben einiger Gräser fördern, die Internodienlänge verkürzen, deren Anzahl selbst aber nicht ändern. CCC mindert jedoch die Anzahl an Rhizomen, aber nicht deren Größe. Die Blattfarbe wurde durch CCC intensiviert.

Falls Stickstoff zusammen mit Wuchshemmstoffen verabfolgt wird, ist die Wirkung größer, wenn Kali zugeführt wird, steigt das Wurzelgewicht auf den behandelten Flächen an.

Das Wuchshemm-Mittel TIBA ist nur imstande, das vegetative Wachstum auszudehnen und es mindert gleichzeitig die Sommerruhe von *Poa annua*. TIBA ist ein Auxininhibitor. Es wird in einer Konzentration von 1000 p.p.m. verwendet. Es vergrößert die Bildung von Seitentrieben. Eine Spritzung sollte, wenn möglich, ca. 8 Tage vor der Stengelbildung erfolgen.

Dieses Mittel übt keine letale Wirkung auf andere Grasarten aus.

Poa annua wird bekanntlich oft als ein arges Unkraut betrachtet. Indessen gibt es Distrikte, wo man an *Poa annua* interessiert ist, z. B. in Kanada und im nördlichen Schweden. In diesen Gegenden sucht man ein Programm zu entwickeln, das es möglich macht, mit *Poa annua* zu leben. Eine Möglichkeit im Rahmen dieses Programms besteht in der Verlängerung des vegetativen Wachstums von *Poa annua*.

e) Bewässerung

Wenn die Temperatur während der Sommerzeit auf 30 bis 40° C ansteigt, werden sowohl Grünmasseanfall als auch Chlorophyllgehalt vermindert. In Versuchen wurde Sprinklerbewässerung mit Unterflurbewässerung verglichen.

Wenn Unterflurbewässerung mit variierendem Wasserspiegel stattfindet, dann ist der Schnittgutverlust von Sprinklerbewässerung und Unterflurbewässerung gleich. Unterflurbewässerung mit einem konstanten Wasserspiegel von - 30 cm gab jedoch einen geringeren Grünertrag.

Der Chlorophyllgehalt war am größten bei mit Sprinkler begünstetem Gras. Als Ursache wird eine bessere Assimilation angenommen.

Die Zufuhr von „Wetting agents“, sogenannte Feuchthaltemittel, zu Wasser wirkt sich in folgender Weise aus:

1. sie fördert Wasserinfiltration und Entwässerung;
2. sie ergibt eine bessere Wasserverteilung im Boden;
3. sie mindert die Tension des Bodens;
4. sie verringert die Evaporation um ca. 35 %.

Der Effekt von Wetting agents ist jedoch von der Textur des Bodens und der Aufwandmenge des Mittels abhängig.

Die Anwendung von Wetting agents reduziert den Wasserverbrauch um 30–50 %. Zwischen den verschiedenen Mitteln bestehen große Unterschiede in der Phytotoxizität.

f) Mähmaschinen

Es wurden Walzenmäher mit Rotormähern verglichen. Man empfiehlt Walzenmäher. Rotormäher bewirken eine Verfärbung und schaden dem Gras, besonders bei

- geringer Schnitthöhe
- intensivem Wuchs
- intensiver Düngung und Bewässerung.

Zusammenfassung

Die Zusammenfassung der bei der 2. Internationalen Turfgrass Research Conference zum Thema „Kultur des Rasens“ gehaltenen Referate enthält Angaben zur Ausbesserung von Football-Plätzen und Greens durch Fertigrasen und Nachsaat, zu dem besonders bei intensiver Rasenpflege akuten Thatch-Problem, zur chemischen Wuchshemmung von Rasen sowie zu Fragen der Bewässerung, der Reduzierung des Wasserverbrauchs mit Wetting agents und der Mähmaschinen.

Summary

The summary of the lectures delivered on the occasion of the 2nd International Turfgrass Research Conference on "Turf cultivation" provides information on how to repair football grounds and greens by means of ready-to-use turfs and re-seeding, on the thatch-problem which is of special importance in cases of intensive turf management, on chemicals to inhibit the growth of turfs and on questions of irrigation, the reduction of water consumption through wetting agents and on lawn mowers.

5. Krankheiten, Schädlinge, Unkräuter

E. W. Schweizer, Thun/Schweiz

a) Krankheiten

Die Session wurde eröffnet von T. J. GILLESPIE, Guelph, der über einen Versuch auf einem Golfgreen berichtete, wobei der Einfluß von Windbrechern auf das Mikroklima untersucht wurde. Er fand, daß der Tau vom Einfluß der Sonne wesentlich rascher abtrocknet als vom Wind. D. J. SMITH, Saskatchewan, befaßte sich ausführlich mit den Überwinterungskrankheiten in diesem Teil von Kanada. Nur 12 % von 900 Gartenrasen blieben 1969 verschont, während es 1972 immerhin 56 % von 1600 Rasen waren. Neben *Fusarium nivale*, *Sclerotinia borealis* und *Typhula* spp. fand er auch unidentifizierte Tieftemperatur-Basidiomyceten. Versuche mit den Fungiziden Brassicol, Chloroneb, Benomyl und anderen zeigten gute Resultate. Über *Fusarium*-Mehltau auf Wiesenrispe in Südkalifornien berichteten R. M. ENDO und P. F. COLBAUGH. *Fusarium roseum* fällt dort namentlich den Stengelgrund und bewirkt das rasche Absterben der Graspflanze in der Sommerhitze. Bei kühlerem Wetter haben die Pflanzen allerdings eine gute Möglichkeit sich zu erholen, besonders durch neugebildete unterirdische Ausläufer, die selten befallen werden. Es wurden auch große Sortenunterschiede festgestellt, wobei *Fylking* resistent war, während *Park*, *Campus* und *Wind* sehr empfindlich reagierten. Die gleichen Autoren be-

faßten sich auch mit den Ursachen des Auftretens von *Helminthosporium sativum* auf Wiesenrispe in Trockenperioden. Sie fanden, daß die Conidien-Produktion in Trockenperioden bis 30 Mal größer war als unter bewässerten Bedingungen. Aus feuchten Pflanzenrückständen wurde ein Keimungshemmer für Conidien isoliert, der für diese großen Unterschiede verantwortlich sein dürfte und im trockenen Material nicht gefunden wurde.

Über die Beziehungen zwischen Genotyp, Düngungszustand und *Helminthosporium*-anfälligkeit auf Wiesenrispe berichtete L. D. MOORE, V.P.I. Blacksburg. Er prüfte 13 Wiesenrispensorten bei verschiedenen Stufen von N-Düngung und fand, daß die Sorte „Anheuser“ unter allen 3 Düngungsstufen gegen *Helminthosporium sorokinianum* am resistentesten war. Eine ähnliche Untersuchung stellte T. E. FREEMAN, Florida, mit *Raigras* in Bezug auf *Pythium* an. *Pythium* ist die schlimmste Krankheit für *Lolium multiflorum*, das in Florida zum Übersäen von dormanten Rasen verwendet wird. Er fand, daß mit steigender Temperatur (30° C) und steigender Ammonsalpeter- und Natronsalpetergabe der *Pythium*-Befall eingeschränkt wurde.

Die bekannten Pathologen C. J. GOULD und R. L. GOSS aus dem Staate Washington untersuchten, ob häufige kleine oder

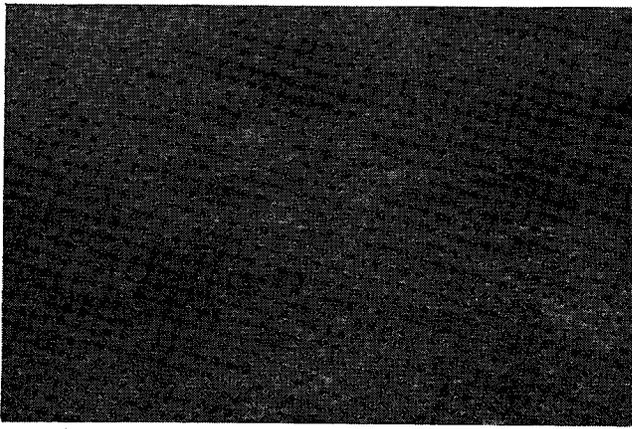


Abb. 1: Dollarspot (*Sclerotinia* spp.) ist eine der wichtigsten Rasenkrankheiten im temperierten Klima.
VPI Blacksburg, Virginia

aber wenige starke Anwendungen von Fungiziden bessere Resultate geben. Während oftmalige schwächere Gaben in der Regel zum Ziel führen aber arbeitsintensiv sind, wurden auch gute Resultate mit sehr hohen Mengen von Benomyl (250 bzw. 480 g/100 m² (!) erzielt, worunter aber die Rasenqualität leidet. Über systemische Fungizide referierte W. A. SMALL von Mallinckrodt Chemical Works. Anschließend berichtete J. M. VARGAS, JR., East Lansing, über die nachhaltige Bekämpfung von *Sclerotinia* Dollar Spot mit systemischen Fungiziden. Alle geprüften systemischen Fungizide ergaben eine Wirkungsdauer von 5 bis 6 Wochen. Über Fungizid-Toleranz referierten H. COLE, JR. und C. W. GOLDBERG. In Ohio, Illinois, New Jersey und Pennsylvania waren fehlende Wirksamkeit von Benomyl gegen *Sclerotinia homoeocarpa* gemeldet worden. Laboruntersuchungen zeigten, daß die isolierten Typen dieses Pilzes eine 30 mal höhere Dosis dieses Fungizides ertrugen. Sie waren auch tolerant gegen andere Fungizide, außer Cadmium-haltigen. Die Fungizidtoleranz von Erregern dürfte ein zunehmendes Problem darstellen.

Zum Schluß befaßte sich R. W. TOLER, Texas, mit der Viruskrankheit St. Augustine Decline. Sie befällt vorwiegend St. Augustinegras (*Stenotaphrum*) sowie verschiedene Hirsearten.

Auf den **Exkursionen** wurden vorwiegend ausgedehnte Versuchsreihen mit systemischen Fungiziden gezeigt. Noel Jackson fand in Rhode Island, daß eine Kombination von ca. 250 g Benomyl + 250 g PCNB/100 m² die beste Wirkung gegen Stripe smut (*Ustilago striiformis*) ergibt, eine Krankheit, die vor allem auf gut gedüngten Merionrasen auftritt.

Auch Versuche an der Rutgers University haben ergeben, daß gegen diese relativ neue und gefährliche Pilzkrankheit *Ustilago striiformis* systemische Fungizide im Oktober in den Boden eingewässert werden sollen. V.P.I. Blacksburg befaßte

Abb. 2: Spezialmaschine zur Bekämpfung von Nematoden auf dem Versuchsgelände der Michigan State University.



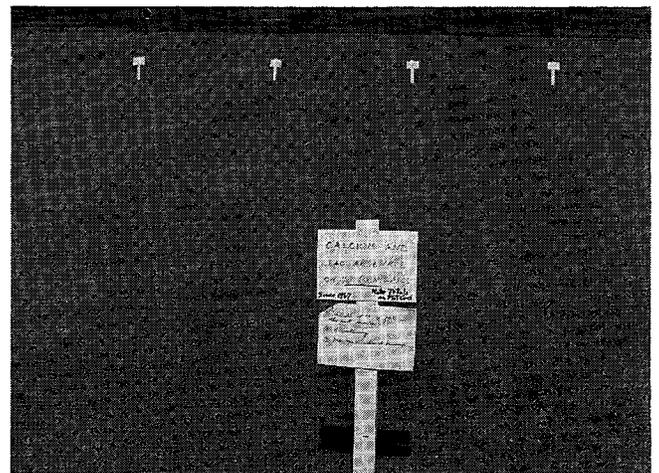
sich eingehend mit den **Nebenwirkungen** von systemischen Fungiziden, namentlich von Benomyl. Es wurde beobachtet, daß fortgesetzte Anwendung von Benomyl die Verbreitung von schwierig zu bekämpfenden Saprophyten (Hutpilzen) fördert. Auch wurde beobachtet, daß spärlich gedüngte Wiesenrispe von Benomyl bei höheren Temperaturen geschädigt werden kann. An der Purdue Universität wurde als Bekämpfungsmethode gegen *Fusarium roseum* das Einwaschen von Benomyl in den Boden empfohlen.

b) Unkräuter und Insekten

Ein erster Beitrag von B. J. JOHNSON, Georgia, befaßte sich mit dem Einfluß von Herbiziden auf das Auflaufen von subtropischen Gräsern. Seine Versuche zeigten, daß Voraufherbizide sehr gute Dienste leisten können. Den Einfluß von verschiedenen Herbiziden auf die Bewurzelung von Rollrasen untersuchte S. W. BINGHAM, Blacksburg. Die ausgelegten Soden wurden mit Voraufherbiziden gegen Hirsearten behandelt, wobei sich herausstellte, daß unter den Gräsern Rohrschwengel wenig, Merion-Wiesenrispe mittel und Bermudagrass-Tifgreen stark empfindlich reagierten.

Während die Bewurzelung bei Merion bei Normaldosis kaum 50% betrug, führte die Behandlung von Bermudagrass oft zum Absterben. Mit der Anwendung von Arsenmitteln gegen *Poa annua* befaßte sich R. P. FREEBORG, Purdue Universität. Er zeigte, daß das normalerweise verwendete Tri-Calcium-Arsenat im Boden relativ stark zurückgehalten wird, so daß bei einem gewissen Arsengehalt des Bodens *Poa annua* nicht mehr zu gedeihen vermag. Über die Bekämpfung von *Poa annua* in klassischen Rasengräsern berichtete A. J. TURGEON von Illinois. Er gab einen sehr kompletten Überblick über die spezifische Anwendung aller bekannten Mittel, wobei er nicht verfehlte darauf hinzuweisen, daß Herbizidanwendung jeweils auch mit gewissen Kulturmaßnahmen verbunden werden muß. Voraufmittel wie Exporsan eignen sich vor allem für die Bekämpfung von *Poa annua* auf *Agrostis palustris* Huds. (z. B. Golfgreens), während Wachstumshemmer-Kombinationen (Maleinsäure-Hydrazid + Chlorflurenol), kurz vor der Blütezeit von *Poa annua* angewendet, ebenfalls gute Resultate zeitigen können. Über die Reaktion von Wiesenrispe und *Poa annua* auf den Wachstumsregulator TIBA berichteten B. A. RIEGER und J. L. EGGENS, Guelph. Sie fanden, daß *Poa annua* stärker auf die Behandlung reagiert als Wiesenrispe und bei höherer Konzentration eine wesentlich erhöhte Anzahl von Bestockungstrieben bildete. Es gelang damit, die vegetative Entwicklung von *Poa annua* in kühlen und feuchten Gebieten wesentlich auszudehnen. Über die Verminderung oder Vermeidung von Schädigungen durch Chemikalien mittels Aktivkohle berichtete J. A. JAGSCHITZ, Rhode Island. Er zeigte, wie sowohl Voraufmittel wie zu hoch dosierte Herbizide durch sofortige Anwendung von Aktivkohle neutralisiert werden können. H. H. WILLIAMS, Los Angeles, befaßte sich mit den Möglichkeiten, Dichondra-Rasen mittels Vorauf-

Abb. 3: Die Behandlung von Rasen mit Calcium- und Bleiarsenat spielt in den USA bei der Bekämpfung von *Poa annua* u. a. eine große Rolle.



herbiziden unkrautfrei zu halten. Resistenz von Japanese beetle (*Popillia japonica* Newman) gegen Chlordan hatte H. D. NIEMCZYK, Ohio, beobachtet. Er zeigte, daß Chlordan und andere chlorierte Kohlenwasserstoffe im „Thatch“ (Filz von totem, organischem Material) zurückgehalten werden, was für Carbaryl und Diazinon nicht oder weniger der Fall ist. Es zeigte sich auch, daß diese beiden letzten Wirkstoffe gegen die resistenten Larven und Imagi des Käfers eine befriedigende Wirkung hatten. Sven-Ove DAHLSSON, Landskrona, Schweden, berichtete über die Frit-Fliegenschäden in Rasen. Er zeigte, wie die Larven die Haupttriebe nahe dem Stengelgrund abfressen und damit großen Schaden anrichten. Effektvolle und rationelle Bekämpfungsmethoden fehlen bis jetzt. Über die Biologie und Bekämpfung von Ground Pearl (*Margarodes meridionalis*) berichtete C. A. KOUSKOLEKAS, Alabama. Das Insekt frißt die Wurzeln von Bermudagrass, Centipedeegrass und Zoysia. Auch hier fehlen bis jetzt wirksame Insektizide, so daß die Bekämpfung nur indirekt über die Stärkung der Gräser erfolgen kann.

Die **Exkursionen** ergaben Einblicke in die an verschiedenen Universitäten durchgeführten Versuchsreihen. Besonders spektakulär waren die von Jagschitz in Rhode Island angelegten Versuche mit Aktivkohle, welche zum Teil gestreut, zum Teil aber auch als Slurry gespritzt wurde.

Zusammenfassung

Es werden alle Referate, die über Rasenkrankheiten sowie Schädlinge und Unkräuter im Rasen gehalten wurden, kurz referiert. Dabei wird auf physiologische Ursachen, äußere Einflüsse, Einsatz von Fungiziden und Herbiziden eingegangen. Auch werden einige Beobachtungen von Exkursionen mitgeteilt.

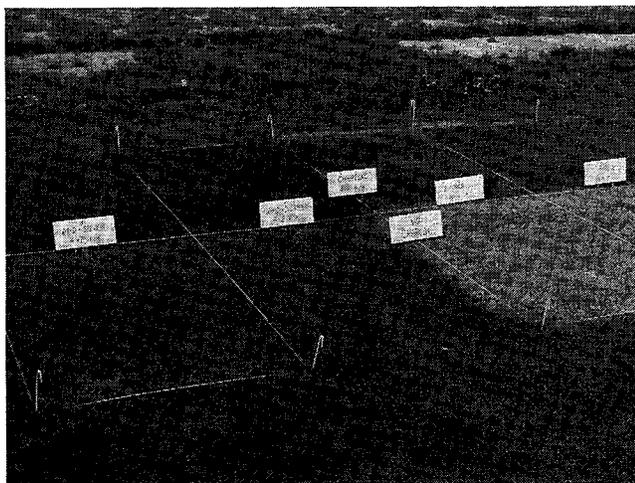


Abb. 4: Mit Überdosis von verschiedenen Herbiziden behandelte Rasenparzellen werden mit Aktivkohle-Behandlung neutralisiert. Versuche von Jagschitz, University of Rhode Island.

Summary

This is a brief account of all the lectures delivered on turf diseases and pests and weeds in turfs. Reference is made to physiological causes, external influence, the utilisation of fungicides and herbicides. Some of the observations made during excursions are also related.

Zur Bewertung der Gebrauchseigenschaften von Sportrasenflächen

K.-D. Gandert, Humboldt-Universität Berlin

Rasenforschung und Praxis der Rasenkultur verfolgen das Ziel, den Gebrauchswert des Rasens für die spezifischen Benutzungszwecke nachhaltig zu verbessern. Eine besondere Bedeutung wird der Steigerung des Gebrauchswertes von Sportrasenflächen beigemessen, denn damit sind auch unmittelbar gesellschaftlich relevante Auswirkungen verbunden. In der Deutschen Demokratischen Republik gilt unter dem Aspekt der umfassenden Förderung von Körperkultur und Sport unser besonderes Interesse der ständigen Verbesserung der materiellen Bedingungen der Sportausübung. In enger Zusammenarbeit mit zentralen Institutionen des Sports wurde nach mehrjährigen Vorarbeiten damit begonnen, die Sportrasen planmäßig auf der Grundlage neuerer Erkenntnisse zu verbessern. Es ist das Ziel gesetzt, entsprechende Normative für die Anlage, Pflege und auch für die Benutzung von Sportrasen auszuarbeiten, die den spezifischen natürlichen Bedingungen und gesellschaftlichen Anforderungen unseres Landes gerecht werden. Dabei ist ein hoher Gebrauchswert sowohl für die herzustellenden als auch für den großen Bestand an Sportrasen zu gewährleisten.

Der Gebrauchswert eines Sportrasens wird im wesentlichen durch den morphologischen und physiologischen Zustand der Grasnarbe und durch ihre Potenzen zu fortwährender Regenerierung von dichter Blatt- und Wurzelmasse bestimmt. In den letzten Jahren wurde nachgewiesen, daß neben der Verwendung trittfester Grasarten und -sorten vor allem die physikalischen und chemischen Bedingungen des Rasen-

bodens ausschlaggebend für den Gebrauchswert von Sportrasen sind.

An der Bildung des Gebrauchswertes sind Arbeits- und Naturprozesse gleichermaßen beteiligt. Der Gebrauchswert erfaßt die Eigenschaften und Merkmale einer Rasenfläche einschließlich der zu ihrer Formung und Erhaltung erforderlichen Leistungen in ihrer Wirkung auf die Befriedigung gesellschaftlicher Bedürfnisse – also der Sportausübung.

Von dieser Position ausgehend sind wir damit beschäftigt, Kriterien, Maßstäbe und Kenndaten zu ermitteln, mit deren Hilfe ohne allzu großen Aufwand und unter Praxisbedingungen die wesentlichen Gebrauchseigenschaften bestimmt und aussagekräftig bewertet werden können. Mittels einer brauchbaren, d. h. an objektiv bestimmbareren Kriterien orientierten Bewertungsmethode werden unsere Sportrasen hinsichtlich ihrer Eignung eingeschätzt, um zielgerichtet Maßnahmen zur Verbesserung des Gebrauchswertes einzuleiten.

Wir gehen dabei von anzustrebenden Belastungsintensitäten entsprechend der Hauptfunktion der Rasenflächen aus, denen alle Maßnahmen des Bodenaufbaues, der Pflege und Benutzungsweise angepaßt werden müssen. Aus ökonomischen Gründen wird oftmals eine höhere Flächenauslastung zu fordern sein als gegenwärtig üblich oder möglich ist. Eine optimale Flächenauslastung ist u.E. dann gegeben, wenn die Zeitdauer der jeweiligen Benutzungsart an der oberen Grenze der durch viele Faktoren bedingten Schwelle der Rasenbelastung liegt, bei der noch eine geschlossene,

stets spielfähige Rasennarbe erhalten bleibt bzw. eine rasche Schließung von Lücken noch möglich ist.

Nach mehrjährigen Beobachtungen und Registrierungen der Belastungsintensitäten und ihrer Auswirkungen auf den Rasenzustand (GANDERT/ROTH, 1969) wurde ein Schema zur Klassifizierung nach der Benutzungsweise aufgestellt. Daraus ist der für die jeweilige Sportrasenart bei unterschiedlichen Bedingungen in der DDR anzustrebende Belastungsgrad zu ersehen (Tabelle 1). Es bedarf keiner Begründung, daß gegenwärtig viele Sportrasen der hier geforderten Belastung noch nicht standhalten und daher immer nur wenige Stunden benutzt werden können. Jedoch dort, wo klare und pflanzenbaulich sinnvolle Nutzungsregelungen mit planmäßigen Schonfristen eingehalten und wo der Bodenaufbau sowie die Bestandszusammensetzung günstige Voraussetzungen bieten, konnten die angeführten Vorgabezeiten ohne Nachteile eingehalten werden.

Auf diese Zielstellung bezogen erfolgt nun die eigentliche Bewertung der bereits vorhandenen Sportrasenfelder. Die Methode der Bewertung soll es nicht nur Rasenexperten sondern auch fachlich vorgebildeten Leit- und Pflegekräften ermöglichen, den Gebrauchswert des von ihnen betreuten Platzes hinreichend genau zu ermitteln und richtige Entscheidungen für die weitere Behandlung (Pflege, Renovierung, Neubau) zu treffen.

Als Grundlagen für die Entwicklung einer Bewertungsmethode dienten vor allem Arbeiten von BUREŠ, dessen Methodik weitergeführt wurde, sowie Ergebnisse von PIETSCH (1964), LANGVAD (1965), SKIRDE (1971 u. v. a.), Normentwürfe für Sportrasen (1971), GANDERT (1972). Mit Hilfe der Methode sollen die die Benutzbarkeit von Sportrasen bedingenden Merkmale und Einflüsse sowie deren Veränderungen im Verlauf von Zeitabschnitten meßbar und damit einer objektiven Beurteilung sowie Beeinflussung zugänglich gemacht werden. Die Benutzbarkeit bzw. der Gebrauchswert hängen ab von den Bedingungen

- des Standortes (Boden- und Klimaverhältnisse, Wasser- und Nährstoffhaushalt)
- der Beschaffenheit des Pflanzenbestandes
- des Pflegeregimes
- der Benutzungsweise (Art, Intensität, zeitliche Verteilung).

Zur Wichtung der Eignungsparameter wird ein Punktsystem verwendet. Hohe Punktzahlen zeigen positiv, niedrige Punktzahlen negativ wirkende Tendenzen des jeweiligen Einflußfaktors an. Für die 4 genannten Bedingungen wird je ein Gesamtwert (Punktsumme) ermittelt. Diesen 4 Kennziffern werden stets die maximal zu erreichenden Punktwerte für den Bedingungskomplex gegenübergestellt. Aus dem Vergleich von Ist : Soll können notwendige Maßnahmen zur Verände-

rung der vorhandenen Qualität abgeleitet werden. Aus der Gegenüberstellung der so ermittelten 4 Kennwerte für die Bedingungskomplexe Standort, Pflanzenbestand, Pflegeregime und Benutzungsweise ergibt sich das Gesamturteil für den Gebrauchswert und die Qualität des untersuchten Sportfeldes. Durch Bildung von 4 Kennziffern (Punktwerte) ist es besser möglich, die Ursachen für eventuelle Mängel augenfällig herauszustellen als wenn alle 4 Punktwerte für die sehr verschiedenartig wirksamen Bedingungsgruppen zu einer Gesamtsumme zusammengezählt würden. Im Vergleich zur Methodik von BUREŠ wird die Aussagekraft der gewonnenen Ergebnisse vergrößert.

Die **physikalischen und chemischen Bodenverhältnisse** werden nach folgenden Kriterien bewertet: (getrennt nach Tragschicht und Baugrund, wenn keine Dränschicht vorhanden)

- Korngrößenanalyse und Bestimmung der Bodenform: Der Anteil an abschlämmbaren Teilen darf nicht über 10 % liegen, Fein- und Mittelsande sollten in höheren Anteilen vorhanden sein. In der Praxis sind Anteile von über 50 % Schluff und Ton nicht selten feststellbar.
- Porenvolumen (Gesamtporosität): Es sollte mindestens 50 % der gesamten Bodensubstanz betragen, liegt tatsächlich jedoch oft darunter und nimmt nach der Tiefe zu rasch ab.
- Wasserkapazität: Erstrebenswert sind bei humosen Böden natürlicher Herkunft im Mittel 30 % (25–35 %), bei Sand-Humus-Gemischen 35–40 % des Gesamtbodenvolumens. Nach unseren Erfahrungen nimmt die Wasserkapazität mit der Tiefe nur geringfügig ab und auch unterschiedliche Trittbelastung scheint sich kaum auszuwirken.
- Luftkapazität: Als optimal gelten etwa 20 % des Gesamtbodenvolumens, doch wird dieser Wert bereits in der Tragschicht selten erreicht, manchmal liegt er bereits unter 10 %.
- Humusgehalt (Gesamt-C): Das Optimum wird zwischen 2 und 4 % angenommen. Nach unseren Erfahrungen liegen die Werte in vielen Plätzen höher und die allmähliche Zunahme organischer Substanz im Boden muß bereits bei der Zusammenstellung des Substrats bei der Neuanlage berücksichtigt werden.
- C/N-Verhältnis: Es sollte zwischen 10 und 20 liegen. Die Ermittlung dieser Zahl erscheint uns im Hinblick auf die richtige Düngung erforderlich zu sein.
- Sorptionskapazität (MB-Wert): Der Wert von 7,5 mval/100 g Boden sollte möglichst nicht überschritten werden. Das trifft für einen sandig-humosen Kulturboden zu. Die Mehrzahl der untersuchten Sportrasenböden wies jedoch einen MB-Wert zwischen 10–17 mval/100 g Boden auf.

Tabelle 1:

Klassifizierung von Sportrasen nach dem anzustrebenden Belastungsgrad

0	=	fehlende bis ungenügende Belastung
I	=	geringe Belastung
II	=	ausreichende Belastung, die anzustreben ist
III	=	starke bis übermäßige Belastung, in (): Schäden beginnen
LBT	=	Nutzung für wettkampfmäßige Ballspiele in Stollenschuhen überwiegt
WBS	=	Nutzung für wettkampfmäßige Ballspiele in Stollenschuhen überwiegt
So.	=	im Sommerhalbjahr (Vegetationszeit)
Wi.	=	im Winterhalbjahr (Vegetationsruhe)

Mittlere Benutzungszeit in Stunden je Woche

Rasen für	Zeit	0 – 4		5 – 9		10 – 14		15 – 19		20 – 30	
		LBT	WBS	LBT	WBS	LBT	WBS	LBT	WBS	LBT	WBS
zentralen Wettkampfsport	So.	0	I	I	II/III	II	(III)	III	(III)	(III)	(III)
	Wi.	0	II	II	III	III	(III)	III	(III)	(III)	(III)
sonstigen Übungs- und Wettkampfsport	So.	0	I	I	II	II	III	II	(III)	III	(III)
	Wi.	0	II	II	III	III	(III)	III	(III)	(III)	(III)
Schulsport	So.	0	I	0	I	I	II	II	III	II/III	(III)
	Wi.	0	I	0	II	II	III	(III)	(III)	(III)	(III)

- Nährstoffgehalt P, K, Mg: Die Versorgungsstufe I soll eingehalten werden, dem entspricht: $P > 7 \text{ mg/100 g Boden}$, $K > 10,1 \text{ mg/100 g Sandboden}$ und $Mg > 5,1 \text{ mg/100 g Sandboden}$. Auf bindigeren Böden werden um ca. 30 % höhere Gehalte von K und Mg gefordert. In der Praxis sind diese 3 Nährstoffe öfter nicht ausreichend vorhanden, weil der Düngung noch zu selten die Ergebnisse exakter Analysen zugrunde liegen.
- Bodenreaktion (pH-Wert): Am höchsten wird der Bereich pH 5,5–6,5 bewertet. Viele Sportrasen liegen jedoch im neutralen oder gar alkalischen Bereich, so daß Klee und Unkraut rasch zunehmen.
- Salzkonzentration: In bereits vorhandenen Beständen wird ein Salzgehalt bis zu 2 % auf Sandböden als tragbar angesehen. Bei Neuansaat sollte er unter 1 % liegen.

Die Analysen für die Bewertung wurden bisher bei jedem der untersuchten Plätze von je 6 Mischproben und je 4 ungestörten Bodenproben aus den Schichten 0–5, 15–20, 30–35 cm vorgenommen. Die Entnahmestellen waren stets an den gleichen, aber unterschiedlich belasteten Punkten der Plätze fixiert. Es zeigte sich, daß die Ergebnisse der Analysen von stark und kaum belasteten Entnahmestellen innerhalb eines Platzes nur selten voneinander abwichen. Deshalb werden wir künftig je Platz nur noch 2 bis 3 Mischproben und an 2 Stellen ungestörte Proben aus den Schichten 0–10 cm und 20–30 cm entnehmen, wenn kein Verdacht auf eine größere Uneinheitlichkeit der Bodenverhältnisse besteht. Zusätzliche physikalische Untersuchungen werden erforderlich, wenn über eine Renovierung oder völlige Neuanlage eines Rasens zu entscheiden ist. Die Wasserdurchlässigkeit sollte dann labormäßig geprüft werden.

Für die Wiederholungsuntersuchungen im Abstand von 2–3 Jahren genügt es, den MB-Wert, pH-Wert sowie den Gehalt an P, K, Mg und organischer Substanz zu ermitteln. Die optimalen Schwellenwerte für die Bewertung der einzelnen Bodeneigenschaften entsprechen dem gegenwärtigen Erkenntnisstand der internationalen Rasenforschung. Höchste Anforderungen hinsichtlich der Kennwerte für die chemische und physikalische Bodenbeschaffenheit werden an Anlagen von zentraler Bedeutung und an solche mit einem hohen Belastungsgrad gestellt, wozu wir auch Schul- und Wohngebiets-, bzw. Sportplätze der Betriebssportgemeinschaften rechnen.

Die Bewertung nach dem Punktsystem läßt Mängel oder Vorzüge der Bodenbeschaffenheit nach objektiven Kriterien erkennen und führt auch zu konkreten Festlegungen über die künftige Veränderung eines jeden Einflußfaktors durch entsprechende Pflegemaßnahmen.

Die **Bewertung des Pflanzenbestandes** gehört zum 2. Teilkomplex der Gesamtbewertung. Hierbei werden auf 6 markanten Probeflächen eines Platzes folgende Ermittlungen angestellt:

- Zusammensetzung des Pflanzenbestandes, unterschieden nach dem Anteil geeigneter und ungeeigneter Sportrasengräser. Als geeignet gelten Wiesenrispe, Ausdauerndes Weidelgras und bedingt Kammgras sowie bestimmte Lieschgras-Formen, die zusammen mindestens 60–70 % des Bewuchses ausmachen müssen.

Bis zu einem Anteil von 30 % können auch weniger trittjedoch schnittfeste Arten wie die Festuca-, Agrostis-Arten und auch Poa annua am Gesamtbestand beteiligt sein. Weiterhin werden die Bestandsdichte, der Anteil an Lücken, der Unkrautbesatz sowie der Gesamtaspekt und auffällige Schädigungen der Gräser, aber auch Masse und Tiefgang der Wurzeln bewertet. Es wird auch festgehalten, ob im Laufe der Zeit eine positive oder negative Entwicklung des Pflanzenbestandes eingetreten ist.

Die **Bewertung des Pflegeregimes** als 3. Teilkomplex erfolgt nach der Art und Weise der Durchführung einzelner Pflegearbeiten und bezieht auch die technische Ausstattung in die Bewertung mit ein. Die Bewertungskriterien sind je nach Arbeitsgang so formuliert, daß sie Auskunft über den Gebrauchswert fördernde oder mindernde Auswirkungen geben. So werden Vor- und Nachteile der Pflegedurchführung im einzelnen erkennbar. Der Praktiker wird durch die Art der Fragestellung und durch die damit verbundene Punktwertung

in die Lage versetzt, das Pflegeverfahren zielgerichteter den Notwendigkeiten anzupassen.

Die **Bewertung der Benutzungsweise** (4. Teilkomplex) setzt eine regelmäßige Registrierung der Benutzungszeiten, der Anzahl der Benutzer und der ausgeübten Sportart voraus, um exakte Einschätzungen im Hinblick auf die Erhaltung des Gebrauchswertes vornehmen zu können. Die Sammlung solcher Daten sollte daher auf allen Plätzen regelmäßig erfolgen. Darauf basierend wird auch die optimale Belastungsfähigkeit eines Platzes immer besser einzuschätzen sein. Auch die Art und Weise der Nutzungsregelung eines Platzes wird in die Bewertung einbezogen, da sie erheblichen Einfluß auf die Erhaltung des Gebrauchswertes hat. Es ist vorgesehen, die hier nur skizzenhaft beschriebene Methode in die breite Praxis der Rasenkultur verbindlich einzuführen, um dem verantwortlichen Personal eine Richtlinie für die Beurteilung und für die ständige Verbesserung des Gebrauchswertes der von ihnen betreuten Rasen in die Hand zu geben. Die Sportstättenverwaltungen können auf diese Weise ein Kataster-Werk für Sportrasen aufbauen, das auch der Forschung und Beratung als Datensammlung dienlich sein kann. Wir hoffen damit zugleich neue Aktivitäten bei der Anwendung neuer Erkenntnisse in der Praxis zu wecken.

Zum Schluß soll noch auf einige Aktivitäten zur Verbesserung der Rasenkultur in der DDR hingewiesen werden, die mit dem Neubau von Sportrasen zusammenhängen. Zunächst wurde eine Vereinheitlichung der Rezepturen für Sportrasenmischungen vorgenommen. Der Anteil jeder Grasart kann innerhalb gewisser Spannen schwanken. Damit ist dem jährlich unterschiedlichen Angebot von Grassamen in vertretbarer Weise Rechnung getragen.

Mischung für Sportrasen

Empfohlene Saatmenge 12–15 g/m²

50–60 Gew. %	Wiesenrispe (in 1 bis 2 geeigneten Sorten)
10–20 %	Ausdauerndes Weidelgras (Spätblühende Rasensorten)
20–40 %	Rotschwingel (nach Angebot Ausläufer- und Horstrotschwingel-Sorten).

Der international propagierte 2- bis 3schichtige sandige Bodenaufbau mit wasserhaltenden Substraten in der Tragschicht wird bei wichtigen Bauvorhaben in der DDR verwirklicht. Da aber die in den bekanntgewordenen Normentwürfen verschiedener Länder geforderten Substratgemische und Kornabstufungen aus örtlichen natürlichen Vorkommen nur selten realisierbar sind und bei künstlicher Herstellung einen unverhältnismäßig hohen Aufwand fordern, widmen wir unsere Aufmerksamkeit bei der Mehrzahl der Plätze stärker einer entsprechenden meliorativen Veränderung des jeweils verfügbaren Kulturbodens, der dadurch in eine brauchbare Struktur versetzt werden muß.

Da auch ausländische Spitzensorten von Rasengräsern unter unseren Bedingungen nicht immer die gewohnten hohen Leistungen zeigten, bemühen wir uns, in umfangreichen Sortenversuchen interessante Sorten kennenzulernen. In naher Zukunft werden vor allem auch im Inland entstandene neue Rasensorten zur Verbesserung der Sportrasenqualität beitragen. Mehrjährige Erfahrungen mit auf Torfsubstrat angezogenen Rasenmatten zeigten, daß diese der starken Belastung nicht ausreichend standhielten oder so verdichtet wurden, daß Rasenwuchs und Wasserführung benachteiligt wurden. Wir geben daher dem Ansaatverfahren weiterhin den Vorzug, solange es nicht gelingt, Rasenmatten auf sehr sandigen Substraten und preiswert zu produzieren.

Um den sich rasch entwickelnden Bedürfnissen nach gesunder Lebensweise, nach Sport, Spiel und aktiver Erholung und dem damit ansteigenden Bedarf nach betretbaren, strapazierfähigen Rasen zu genügen, gilt unsere besondere Aufmerksamkeit der raschen Einführung neuer Erkenntnisse und Techniken bei der Projektierung, dem Bau und der Pflege von Rasenflächen, um die vorhandenen Platzkapazitäten ihrem potentiellen Leistungsvermögen entsprechend voll auszulasten. Durch engere Kooperation mit anderen Fachgremien und Erweiterung praxisbezogener Forschungskapazitäten hoffen wir bei der Entwicklung qualitativ hochwertiger Sportrasen in der DDR weiterhin gut voranzukommen.

Literatur

BURES, F.: Metodika rozboru a hodnoceni sportovnich travniku (Methodik der Analyse und Beurteilung von Sportrasen. Dt. Übersetzung eines Sonderdruckes)
GANDERT, K.-D. u. H. ROTH: Zur Auslastung von Rasenflächen auf Sportrasen, in: Anlage und Pflege der Sportrasenflächen Brno 1969, S. 71–77
GANDERT, K.-D.: Bestimmung von Kriterien eines Kennziffersystems zur objektiven Bewertung der Gebrauchseigenschaften von Sportrasen. Unveröffentl. Forschungsbericht, 1972

Zusammenfassung

Ständige Zielsetzung für die Rasenkultur in der DDR ist die nachhaltige Verbesserung des Gebrauchswertes von Sportrasen. An der Bildung des Gebrauchswertes, der sich in einem strapazierfähigen, dauerhaften Gräserbestand und besonderen physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften manifestiert, sind Arbeits- und Naturprozesse gleichermaßen beteiligt. Sportrasen sollen einer optimalen zeitlichen Auslastung standhalten. Für den anzustrebenden Belastungsgrad unter verschiedenen Bedingungen wird ein Klassifizierungsschema vorgelegt. Als Hilfsmittel für eine gezielte und fachlich begründete Verbesserung der Rasenkultur in der DDR wird eine Methode zur Bewertung vorhandener Sportrasenflächen erläutert. Es werden die 4 den Gebrauchswert bedingenden Komplexe physikalische und chemische Bodenverhältnisse, Pflanzenbestand, Pflegeregime und Benutzungsweise anhand objektiv zu ermittelnder Kriterien nach einem Punktsystem bewertet. Für die einzelnen Bodenfaktoren werden Optimalwerte genannt. Weitere Hinweise beziehen sich auf Aktivitäten zur Vereinheitlichung der Saadmischung für Sportrasen und zur Bodenbehandlung, zur Entwicklung von neuen Gräserarten sowie auf Erfahrungen mit Fertigrasen auf Sportplätzen.

LANGVAD, B.: Anläggning och skötsel av fotbollsplaner i gräs. Weibulls Grästips Juni 1965
PIETSCH, R.: Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen an Fußballsportrasen. Z. f. Acker- und Pflanzenbau, 119 (1964), 4
SKIRDE, W.: Verbesserung von Rasentragschichten beim Bau von Rasensportplätzen, Rasen - Turf - Gazon 2 (1971), 3, 80–83
DEYLE, FRANK, MANESTAR, PÄTZOLD, ROSKAM, SKIRDE, TIETZ: Schutz von Rasenspielfelder vor Witterungseinflüssen, Sonderdruck Köln 1970
-, -: DIN 18 035 Sportplätze, Rasenflächen, Bl. 4, Entwurf 1971

Summary

It is the goal and objective of turf cultivation in the German Democratic Republic (DDR) to achieve a long-lasting improvement of the use-value of sports ground turfs. The use-value signifies that there is a permanent grass cover which can stand wear and tear and that particular physical and chemical soil characteristics prevail. But management and natural processes also play a part. Sports ground turfs should be able to withstand wear and tear for an optimum period. A classification scheme has been developed to determine the maximum degree of wear and tear under different conditions. In the German Democratic Republic, a special method has also been developed to assess existing sports ground turfs with a view to improving turfs in general. The four complexes, on which the use-value is based, viz. physical and chemical soil conditions, turf composition, maintenance regime and way of utilisation, are assessed on the basis of objectively determined criteria by means of marks. Optimum values are mentioned in connection with the individual soil factors. Mention is also made of activities relating to the standardization of seed mixtures for sports ground turfs, to the treatment of soils, to the development of new grass varieties and to the experience gained when using ready-to-use turfs on sports grounds.

Versuche zur Begrünung an Straßen und Autobahnen in den Niederlanden

M. Hoogkamp, Wageningen/Niederlande

Problemstellung

Früher wurden in den Niederlanden fast alle mit Gras bewachsenen Straßenränder an Bauern verpachtet. Diese mähten die Bestände in den meisten Fällen ein- oder zweimal im Jahr und verwendeten den Ertrag als Viehfutter.

Heute haben die Bauern kaum noch Interesse daran, diese Bestände an den Straßenrändern zu nutzen. Das Mähen der langen, schmalen Streifen mit vielen Hindernissen läßt sich nicht weitgehend mechanisieren, die Qualität des Futters ist – infolge Verunreinigung mit Blei und anderen Fremdstoffen – verhältnismäßig schlecht, und die Erntearbeiten sind an den Straßenrändern infolge der Verkehrszunahme gefährlicher geworden.

Deshalb hat die Straßenverwaltung, meistens eine Behörde, selbst die Pflege dieser Grünstreifen übernommen, was aber eine kostspielige Angelegenheit ist (heute etwa tausend Gulden je Hektar und Jahr). Zur Herabsetzung der Kosten ließ man das gemähte Gras vielfach liegen (Mulchen), auch wandte man Herbizide und Hemmstoffe an. Beide Möglichkeiten beeinträchtigen aber den Reichtum der Straßenränder an Farben, Formen und Pflanzenarten stark.

Herbizide:

Im allgemeinen wurden selektiv wirkende Mittel wie MCPA und MCPP benutzt, um hochwachsende Unkräuter wie Wiesenkerbel (*Anthriscus silvestris*), Bärenklau (*Heracleum sphondylium*) und für die Kulturen gefährliche Pflanzen wie Ackerdistel (*Cirsium arvense*) zu töten. Auf Parkplätzen, an Straßenrändern und um Verkehrszeichen und Kilometersteine herum setzte man auch Totalherbizide ein (Prefix, Natriumchlorat udgl.). Hemmstoffe fanden nur beschränkt Anwendung (am meisten noch MH₃₀, vermischt mit Chlor-IPC).

Mulchen:

Die Abfuhr des abgemähten Materials ist teuer und gefährlich und ein vertretbarer Abladeplatz ist oft weit entfernt. Man kann den Abtransport des Schnittgutes aber unterlassen, ohne den Straßenrand zu verunzieren, indem man statt der Sense oder des Mähbalkens einen Schlegelmäher benutzt. Die Schlegel zerstückeln die Pflanzenteile während der Mahd, so daß sie liegenbleiben können. Dabei steigerte man die Mähfrequenz vielfach von 1 bis 2 auf 3 bis 6 mal jährlich, um technische Schwierigkeiten zu vermeiden.

Herbizidanwendung und Mulchen befriedigten im allgemeinen zwar die meistens auf Ordnung und Sauberkeit bedachten Straßenverwalter. Viele früher schöne und an Pflanzen- und Tierleben reiche Straßenränder wandelten sich aber bald in glatte, rasenartige Grünstreifen um, in denen Dikotyle sich kaum noch behaupten, geschweige denn blühen können.

Nun hat sich in letzter Zeit in den Niederlanden das Interesse für weniger vom Menschen beeinflusste bzw. ungestörte Vegetationen belebt. Obwohl nicht ohne Widerstände, wurde in diesem Rahmen die Herbizid- und Hemmstoffanwendung an Straßenrändern weitgehend fallen gelassen und die Mähfrequenz wieder auf ein- oder zweimal jährlich herabgesetzt. Besonders wo der Boden nicht sehr fruchtbar ist, war das gut möglich und die Straßenränder belebten durch ihren floristischen Reichtum bald wieder die Landschaft, was nun auch von den meisten Straßenverwaltern als eine Verbesserung angesehen wird. Auf fruchtbarem Boden ergeben sich aber besonders in nassen Jahren oft Schwierigkeiten bei der Unterhaltung, auch sind dort der landschaftliche Wert und der floristische Reichtum der Straßenrandbestände meistens viel geringer.

In allen Fällen erhebt sich die Frage, ob man das gemähte Schnittgut abführen soll, was teuer und gefährlich ist, oder ob man es liegen lassen kann, was zu Eutrophierung, Erstickung der Grasnarbe, Brand und Verwehung auf die Straße führen könnte. Aber klar ist jedenfalls, daß sowohl die Abfuhr wie das Liegenlassen weniger Schwierigkeiten mit sich bringen, wenn die Stoffproduktion geringer ist.

Das Ziel unserer Untersuchungen war daher die Schaffung von wenig produktivem und niedrig bleibendem, jedoch landschaftlich schönem und den Verkehr nicht gefährdendem Straßenrandbewuchs. In den meisten Fällen zeigten sich kräuterreiche Grasvegetationen als am geeignetsten; in einigen Fällen war auch Heide (*Calluna vulgaris* und/oder *Erica tetralix*) empfehlenswert.

Wenig produktiver Grasbewuchs

Wie schon in einer früheren Abhandlung dargelegt (HOGERKAMP, 1971) sind wir bestrebt, einen wenig produktiven Grasbewuchs durch Einsaat langsam wachsender Gräser auf Profilen zu schaffen, deren obere 30 oder mehr cm wenig Nährstoffe (besonders Stickstoff) enthalten und eine geringe Wasserkapazität besitzen.

Wasser- und Nährstoffvorenthaltung

Da die Fähigkeit des Bodens, Stickstoff nachzuliefern, nahezu vollständig und das Wasserhaltevermögen teilweise vom Gehalt des Bodens an organischer Substanz abhängt, ist man bestrebt, diesen Gehalt des Oberbodens möglichst herabzusetzen. In der Praxis erreicht man dies am einfachsten, indem man die vielfach vorgeschriebene Andeckung von Mutterboden unterläßt und auf dem für den Bau des Straßenkörpers verwendeten Unterboden ansät. Ein großer Nebenvorteil davon ist, daß man die vielfach im Oberboden vorhandenen Samen und vegetativen Teile von Pflanzenarten, die den eingesäten langsam wachsenden Arten schaden könnten, ausschaltet. Die extremste Wachstumsverzögerung, die man in den Niederlanden durch dieses Verfahren bewerkstelligen kann, ist die Ansaat auf einen grobkörnigen, an organischer Substanz freien Sand.

Die Stoffproduktion der Grasnarbe ist auf den mutterbodenlosen Profilen, besonders in Geestgebieten, nach den bisherigen Erfahrungen im allgemeinen sehr gering. In Marsch- und Lössgebieten ist sie zwar höher, aber bei niedrigem Gehalt des Bodens an organischer Substanz doch noch so gering, daß eine Aufbringung einer an organischer Substanz freien Oberschicht aus Sand sie kaum noch herabsetzt.

Die Unterschiede zwischen mutterbodenlosen und mutterbodenhaltigen Profilen werden mit der Zeit geringer: infolge der Ablagerung von Stickstoffoxyden durch Autos, der in den Niederschlägen vorhandenen Mineralstoffe, der symbiotischen N-Bindung durch Leguminosen (die sich häufig spontan entwickeln), und etwaiger asymbiotischer N-Bindung erhöht sich der Gesamtstickstoffgehalt des Bodens und damit sein N-Nachlieferungsvermögen. Allerdings dauert dieser Anreicherungsprozeß viele Jahre (HOGERKAMP, im Druck) und er läßt sich durch Abfuhr des Erntegutes hemmen.

Die Ansaatmischung

Sowohl auf Versuchsfeldern wie in der Praxis wurden bei der Ansaat auf nährstoffarmen Profilen gewöhnlich nur zwei Mischungen verwendet, eine für leichte (B_1) und eine für schwere Böden (B_2):

Fast immer entstand eine Grasnarbe, in der *Festuca rubra* stark vorherrschte. Auf den nährstoffärmsten Profilen ent-

Zur Einsaat von wenig produktiven Straßenrandvegetationen verwendete Grassamenmischung (Gewichtsanteile in %)

	B_1 leichte Böden	B_2 schwere Böden
<i>Festuca rubra commutata</i>	20	0
<i>Festuca rubra rubra</i>	30	35
<i>Agrostis tenuis</i>	10	5
<i>Festuca ovina tenuifolia</i> oder <i>duriuscula</i>	40	0
<i>Poa pratensis</i>	0	60
Saatmenge (kg/ha)	60-100	60-100

wickelte sich in einigen Fällen auch *Festuca ovina*, während auf den etwas reicheren und/oder mehr Wasser haltenden Böden und Nordhängen auch *Agrostis tenuis* sich einen Platz eroberte.

Poa pratensis fand man nur selten; vielleicht würden sich eigens für diesen Zweck selektierte Sorten aber besser behaupten als die verfügbaren produktiven Sorten.

Auf nahezu allen Böden, auch auf den allerärmsten, siedelten sich nach einem oder mehreren Jahren verschiedene Leguminosen spontan an, besonders Weißklee (*Trifolium repens*), Rotklee (*Trifolium pratense*), Bastardklee (*Trifolium hybridum*), Kleiner Klee (*Trifolium dubium*), Niederliegender Klee (*Trifolium campestre*), Gemeiner Vogelfuß (*Ornithopus perpusillus*), Vogelwicke (*Vicia cracca*) und/oder Futterwicke (*Vicia sativa*). Noch später stellt sich eine mehr dauerhafte Vegetation von Gräsern und Kräutern ein, die dem Standort angepaßt ist.

Sonderfragen

Einsaatverfahren

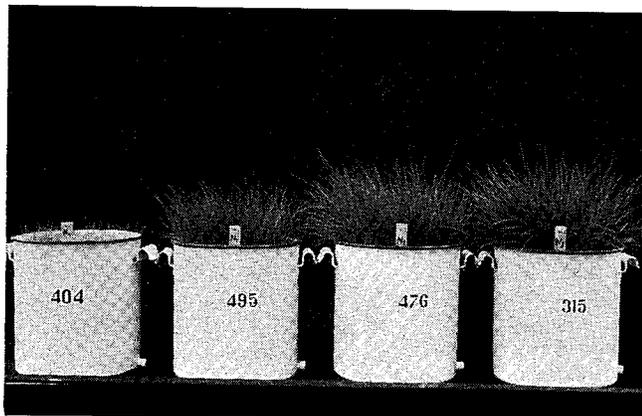
Neben den herkömmlichen Ansaattechniken von Hand, mit Mineraldüngerstreuern, mit Getreide- und Leinsämaschinen und mit speziellen Grassämaschinen, z. B. der Brillion, wendet man in letzter Zeit häufig „Hydroseeder“ an. Diese spritzen ein Gemisch von Saatgut, Mineraldünger, Wasser, Erosionsschutz-Mittel und ggf. Füllsubstanzen über die anzusäende Fläche. Der Ausgang des Saatgutes war nach Anwendung verschiedener Verfahren fast gleich, wenn die Gräser bei oder kurz nach der Einsaat 1/2 bis 1 cm tief untergebracht wurden; letzteres war besonders in Dürrezeiten sehr wichtig. An Straßenrändern, die sich auf andere Weise besäen lassen, bieten Hydroseeders keine Vorteile: der Preis ist vielfach höher und die Ergebnisse sind nicht besser. Auf Steilhängen und bei Verwendung von Zellulose, Kompost oder dergleichen als Erosionsschutz-Mittel läßt sich hingegen der Hydroseeder mit Vorteil einsetzen. Bei der Anwendung einer genügenden Menge dieser Substanzen erübrigt sich die mechanische Unterbringung des Saatgutes.

Saat von Kräutern

Zur Erhöhung des Artenreichtums und des landschaftlichen Wertes wird von mancher Seite in letzter Zeit die Aufnahme verschiedener Dikotylen in die Grassamenmischung empfohlen, und zwar besonders für mutterbodenlose Profile, wo der Grasbestand infolge Stickstoffmangel häufig gelblich verfärbt und artenarm ist. Eine Einsaat solcher Kräuter macht aber Schwierigkeiten:

- Samen von für diesen Zweck in Betracht kommenden Kräutern sind teuer oder überhaupt nicht im Handel. Allerdings könnte man Gras- und Kräutersamenbetrieben die Produktion solcher Kräutersamen nahelegen.
- Viele Kräuter stellen spezifische Anforderungen an die Wachstumsverhältnisse. Diese Anforderungen muß man kennen, um die Pflanzen mit Erfolg in Einsaatmischungen

Abb. 1: Der Einfluß von Stickstoff auf die Bildung einer *Festuca rubra* Narbe auf an organischer Substanz freiem Sand.



aufnehmen zu können. Eine artenreiche Mischung wäre in diesem Falle am praktischsten.

- Es können in bezug auf Arten, Artenkombinationen und Ökotypen leicht unnatürliche Vegetationen entstehen. Allerdings fragt sich, ob dies in der relativ künstlichen Umwelt eines Straßenrandes Bedenken erregen sollte.

In durch Gräserinsaat auf mütterbodenlosen Profilen entstandenen Vegetationen siedeln sich auf den Versuchsfeldern außerdem manche Dikotylen infolge Samenübertragung durch Wind oder Vögel verhältnismäßig bald an und behaupten sich infolge der geringen Konkurrenzfähigkeit der Gräser. Versuche mit Einsaat von Kräutern – augenblicklich etwa 80 – haben uns aber gezeigt, daß diese die natürliche Ansiedlung ergänzen kann, so daß erhebliche Mengen derartiger Kräuter die Grasnarbe eher beleben. Wir haben z. B. gute Ergebnisse mit Schafgarbe (*Achillea millefolium*), Gemeiner Wucherblume (*Chrysanthemum leucanthemum*), Gemeinem Rainfarn (*Chrysanthemum vulgare*), Lanzettlichem Wegerich (*Plantago lanceolata*), Haarigem Ginster (*Genista pilosa*), Kleinem Klee (*Trifolium dubium*), Gemeiner Bibernelle (*Pimpinella saxifraga*), Kümmel (*Carum carvi*), Grindkraut (*Knautia arvensis*), Pastinake (*Pastinaca sativa*), Brunelle (*Prunella vulgaris*), Kronenwicke (*Coronilla varia*), Leinkraut (*Linaria vulgaris*) erzielt. Allerdings darf das Profil nicht zu nährstoffarm und auch nicht zu nährstoffreich sein: Im ersteren Fall ist der Auflaufprozentsatz gering, im letzteren Fall ist die Konkurrenz der Gräser zu stark.

Angesichts der genannten Schwierigkeiten wird heute empfohlen, Dikotyle nur in geschlossenen Ortschaften und nicht außerhalb derer einzusäen.

Abb. 2: Einfluß von Erosionsschutz-Mitteln auf Keimung und Wachstum verschiedener Pflanzenarten.



Abb. 3a: Einfluß von Erosionsschutz-Mitteln auf die Wassererosion an Hängen (45°) – Mit Mittelanwendung nach 21 Minuten

Auflaufdüngung

Sowohl Gewächshaus- wie Feldversuche haben uns gelehrt, daß Stickstoff den Auflauf viel stärker fördert als Phosphorsäure, Kali und verschiedene Spurenelemente. Auch auf nährstoffärmsten Standorten förderten die anderen Elemente den Auflauf im allgemeinen kaum. (Abb. 1)

Stickstoff förderte sowohl das ober- wie das unterirdische Wachstum von *Festuca rubra* stark, Phosphorsäure und Kali dagegen hatten kaum einen Einfluß.

Liegt der pH-Wert (KCl) unter ca. 4,0, so soll allerdings Kalk verabreicht werden.

In unseren Versuchen wirkten die erheblich teureren langsam wirkenden N-Dünger weder im Gewächshaus noch im Freien besser als Kalkammonsalpeter.

Agrosil, ein Präparat, das u. a. zur Verbesserung der Wasserversorgung des jungen Bestandes angeboten wird, förderte die Begrünung im allgemeinen nicht deutlich. Gleiches gilt für wirtschaftlich vertretbare Mengen an Hygromull.

Erosionsschutz

Bei der Begrünung von Straßenrändern und anderen Landschaftskomponenten tritt sowohl Wasser- wie Winderosion wiederholt auf. Sie kann sich auf Verspülung oder Verwehung von Saatgut und Dünger beschränken, kann aber auch Boden verschleppen. Wassererosion kann sowohl auf leichten wie auf schweren Böden auftreten, bleibt aber meistens auf Hänge und auf Flächen beschränkt, über die Wasser aus höherem Gelände abfließt. Winderosion kommt in den Niederlanden häufig in Küstennähe vor, meistens auf ausgetrockneten, an organischer Substanz armen Sandböden.

Bringt man bei der Herstellung des Saatbettes keinen Mutterboden auf, so ist die Gefahr der Wassererosion anfangs vielfach geringer (keine zwei verschiedenen Bodenschichten), die der Winderosion dagegen größer. Sät man langsam wachsende Grasarten auf mütterbodenlosen Profilen, so bildet sich eine geschlossene Grasnarbe aber meistens erst später, so daß die Fläche der Erosion längere Zeit Angriffspunkte bietet.

In den letzten Jahren sind viele Mittel gegen Erosion auf dem Markt erschienen. Die meisten stammen von der Latex, der Petrochemischen oder der Zellulose-Industrie. Auch werden Müllkompost und Alginure (ein Seetangprodukt) zu diesem Zweck angeboten.

Im Gewächshaus wird untersucht, wie solche Mittel die Keimung des Saatgutes und das Wachstum der Keimpflanzen beeinflussen (Abb. 2) und inwiefern sie die Wassererosion hemmen (Abb. 3 a + b).

Die Wirkung gegen Winderosion kann im Windtunnel des

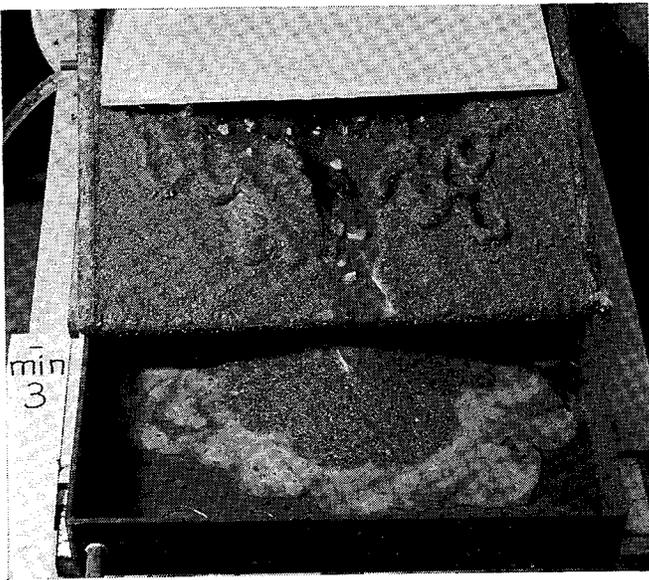


Abb. 3b: Einfluß von Erosionsschutz-Mitteln auf die Wassererosion an Hängen (45°) –
Ohne Mittelanwendung nach 3 Minuten

Instituts für Bodenfruchtbarkeit in Haren bei Groningen untersucht werden.

Die nach diesen Untersuchungen besten Mittel werden auf relativ kleinen Versuchsfeldern näher geprüft (Abb. 4) und schließlich in der Praxis versucht.

Gegen Wassererosion wirken fast alle Mittel befriedigend, am besten im allgemeinen Hüls-Bodenfestiger, gefolgt von Curasol AE. Auf nicht sehr langen Hängen können diese Mittel den Boden gut vor direkten Niederschlägen schützen. Von anderer Stelle, z. B. von der Straßendecke kommende Was-

Abb. 4: Prüfparzellen mit Erosionsschutz-Mitteln



sermen, müssen aber durch Asphalt- oder Betonrinnen abgeleitet werden.

Gegen Winderosion wirkte in unseren Küstengegenden dagegen keines der angebotenen Mittel gut, außer VAM-Edelkompost. Fast immer bewirkte verwehter Sand diesen schlechten Erfolg. Nur Verspritzung von 25 bis 30 Tonnen an Edelkompost je Hektar, einem feinen und daher verspritzbaren Müllkompost, mit 2 bis 2½ mal soviel Wasser verdünnt und mit einer besonderen Spritzmaschine (Hydroseeder oder ähnliches) ausgebracht, schützte über ein halbes bis zu einem ganzen Jahr lang ausgezeichnet vor Verwehung und auch vor Wassererosion.

Heide-Einsaat

Heidekraut (*Calluna vulgaris* und ggf. *Erica tetralix*) wird von vielen gerne an Straßenrändern gesehen. In waldreichen, trockeneren Sandgebieten fügt es sich landschaftlich häufig sehr gut ein und der Unterhalt ist viel billiger als bei Gras. Früher säte man Heide im allgemeinen nicht ein: sie kam von selbst, wenn in der Natur in der Nähe Heide vorkam. Zur Beschleunigung dieses Vorgangs brachte man mitunter im Oktober oder November Heidestreu auf den Straßenrand. Das war aber teuer und führte oft zu Streuverwehungen.

In der letzten Zeit haben wir an vielen Stellen Heidekraut angesät, da dies ein einfacheres und billigeres Verfahren ist. Bisher sind die Ergebnisse sehr befriedigend. An durch Wassererosion gefährdeten Hängen muß man wegen des langsamen Ausschlagens der Heide jedoch ein Erosionsschutz-Mittel und einen leichten Grasbewuchs von *Festuca rubra* oder *Festuca ovina* mit anbringen. Ist der Boden zu arm an organischer Substanz (reiner Sand), so keimt die Heide schlecht, ist er jedoch daran zu reich, dann wird das Heidekraut vom Gras überwuchert.

Literaturverzeichnis

1. HOOGERKAMP, M., 1971: Probleme bei Ansaaten an Straßenrändern. - RASEN - TURF - GAZON 2. 85-87.
2. HOOGERKAMP, M., Accumulation of organic matter under grassland. Im Druck.

Zusammenfassung

Ein geringer Schnittgutanteil bietet für die Unterhaltung von Straßenrändern große Vorteile und braucht den landschaftlichen und floristischen Wert nicht herabzusetzen.

Ein niedriger Schnittgutanteil läßt sich durch Einsaat von *Festuca rubra* und *Festuca ovina* und auf Böden erzielen, die arm an organischer Substanz sind. Aussaat von Kräutern ist durchaus möglich, aber in vielen Fällen nicht empfehlenswert.

Wassererosion ließ sich am besten mit Bodenfestiger verhindern, Winderosion dagegen mit verspritztem Müllkompost.

Mit Einsaat von Heidekraut wurden gute Ergebnisse erzielt.

Summary

It is a great advantage indeed when the output of grass is only small when the turf is cut on road banks. This must not necessarily prove detrimental to landscape or as far as the floristic values are concerned.

The output of grass when cutting will remain small when *Festuca rubra* and *Festuca ovina* are sown on soils which are poor in organic matter. Herbs can of course also be sown, but quite often it is not to be recommended.

Water erosion was most successfully prevented by the use of soil solidifiers, wind erosion, however, by spraying garbage compost.

The sowing of heather also provided good results.

10 Jahre Erfahrungen mit langsam- und kurzwachsenden HYDROSAAT-Mischungen an Autobahn-Randzonen

E. W. Schweizer, Thun/Schweiz

Der starke Ausbau der Straßennetze in praktisch allen Ländern, der immer akuter werdende Arbeitskräftemangel, die Behinderung des Verkehrs und Gefährdung des Personals anlässlich der Unterhaltsarbeiten, die Anreicherung der Pflanzen mit bleihaltigen Giftstoffen an den Straßen-Randzonen usw., alle diese Faktoren rufen nach einem intensiven Studium der Möglichkeiten, wie der Unterhalt der Straßen-Randzonen reduziert werden kann. In Bezug auf die **Samenmischungen** stellt sich das Problem, daß die langsam- und kurzwachsenden Extensivgräser in der Regel auch sehr langsam auflaufen und daher bei konventioneller Ansaat auf Mutterboden von den darin enthaltenen Unkräutern hoffnungslos überwuchert werden. Es ist daher naheliegend, daß eingehende Studien über die Verwendung von ausgesprochenen Extensivrasen an Straßenrändern erst mit der Einführung der Hydrosaat-Methode erfolgen konnten, welche es gestattet, unhumusierte Rohböden mit der erforderlichen Sicherheit anzusäen. In der Schweiz wurde die Hydrosaat-Methode in großem Maßstab im Jahre 1963 eingeführt und 1964 wurden bereits die ersten Versuche mit langsam- und kurzwachsenden Hydrosaat-Mischungen angelegt.

Bei der Zusammensetzung der Mischungen ging es vor allem darum, Gräser mit möglichst kurzem Wuchs, geringem Nährstoffbedürfnis, guter Trockenheitsresistenz und günstiger Reaktion auf chemische Wachstumsregulatoren, speziell Malein-



Abb. 1: Kieskoffer auf Mittelstreifen, der direkt mit Hydrosaat-Extensivrasen angesät wird

säure-Hydrazid, zu finden. Dafür kommen vor allem die Arten *Festuca* und *Poa* in Frage. Das Ziel war, mit diesen Mischungen bei einmaligem oder zweimaligem jährlichem Schnitt bzw. einer Behandlung mit Wachstumsregulatoren eine genügende

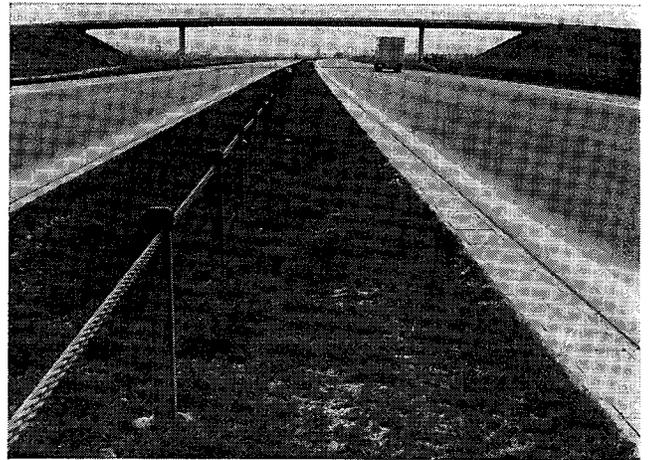


Abb. 2: Mittelstreifen aus Kies nach 6 Monaten. Der Hydrosaatrasen bedeckt bereits praktisch die ganze Fläche.

Festlegung des Bodens mit einem ästhetisch befriedigenden Rasen zu erzielen. Dank der Aufgeschlossenheit des Chef-Ingenieurs konnten an der Autobahn N-1 im Kanton Solothurn bereits 1964 eingehende Versuche angelegt werden. Die hydraulische Ansaat erfolgte auf Moränen-Material von verschiedener Steilheit, welches teilweise leicht anhumusiert war. In einem späteren Versuch wurde auf dem Mittelstreifen die Ansaat auf einen 50 cm tiefen Kieskoffer aus gebrochenem Jurakalk vorgenommen, auch hier mit und ohne einer leichten Humusschicht, mit und ohne einer Ammensaat von Perserklee, sowie mit und ohne einer Kopfdüngung.

Des weiteren wurden auf diesen Autobahnstücken eingehende Versuche mit Kombinationen von Wachstumsregulatoren und Düngern vorgenommen, insgesamt 16 Versuchsserien. Die gesammelten Erfahrungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Sehr kurz- und langsamwachsende Extensivrasen eignen sich nur bis zu einer Neigung von maximal 30 %. Wird die Neigung stärker, so treten Erosionseffekte auf, indem die einzelnen Pflanzenhorste umspült werden und sich so die Narbe im Laufe der Zeit wieder auflockert.
2. Während bei horizontalen Stücken (Mittelstreifen usw.) praktisch jeder Boden mit Erfolg angesät werden kann, ist mit zunehmender Neigung ein größerer Anteil Feinmaterial in Form von feinem Sand, Schluff oder Humus Voraussetzung für das Gedeihen der Ansaat.
3. Die Verwendung einer Strohmulch ist bei Ansaat von extremen Extensivmischungen desto notwendiger, je weniger Feinmaterial zur Verfügung steht.
4. 1–2 Kopfdüngungen nach der Saat in Abständen von 6 Monaten ergeben eine wesentlich dichtere Narbe als undüngte Ansaaten auf unhumusiertem Untergrund.

5. Ansaaten auf relativ tiefgründigen Mutterbodenschichten sind unzweckmäßig, weil sie von den im Humus vorhandenen Unkräutern derart überwuchert werden, daß sich auf mehrere Jahre hinaus keine Unterhalts-Einsparung ergibt. Auf lange Frist mag sich allerdings der Extensivrasen trotzdem durchsetzen.
6. Der größte Feind der Extensivrasen sind die **Salzschäden**. Es wurde festgestellt, daß diese Rasen für große Mengen von Straßensalz empfindlich reagieren, weil die Pufferwirkung des Mutterbodens im allgemeinen fehlt.
7. Im 2. Jahr nach der Saat ist in der Regel eine spontane Ansiedlung von Leguminosen zu beobachten, die sich normalerweise jedoch nur während ein bis zwei Jahren zu halten vermögen, bis sie mangels genügender Nährstoffversorgung wieder verschwinden.
8. Das Ziel der wesentlichen Unterhaltsreduktion wird erreicht, indem nur noch 1 Schnitt erforderlich ist (Frühling oder Herbst). Wichtig ist dabei, daß dieses nicht entfernt werden muß. Unter diesen Umständen ist der Aspekt während des größten Teils des Jahres befriedigend. Werden die Säuberungsschnitte unterlassen, so ergibt sich ein „steppenartiges“ Aussehen, in dem die fertilen Triebe während längerer Zeit stehen bleiben. Wegen ihrer geringen Höhe sind sie jedoch verkehrstechnisch nicht störend.
9. Die angesäten Arten *Festuca* spp. und *Poa* spp. vermögen sich fast immer zu halten. Indessen erfolgen mit zunehmender Abmagerung etliche Umschichtungen und insbesondere ist auch das Auftreten von Moos als Lückenfüller in Fehlstellen zu beobachten, wie sie beispielsweise durch den Abgang der Leguminosen, Erosion usw. entstehen.

Obwohl die umfangreichen Versuche in der schweizerischen Fachzeitschrift „Straße und Verkehr“ im Jahre 1966 zu einer Kontroverse in Fachkreisen geführt haben, ist die Verwendung von langsam- und kurzwachsenden Hydrosaat-Mischungen in der Schweiz heute stark verbreitet, namentlich was die Mittelstreifen anbelangt. Die Mischungen sprechen auch sehr günstig auf die Verwendung von chemischen Wachstumsregulatoren an, wobei allerdings der optimale Zeitpunkt sehr genau getroffen werden muß. Ist dies aus Witterungsgründen nicht möglich, so empfiehlt sich eine Behandlung ca. 3–4 Wochen nach einem ersten Säuberungsschnitt.

Zusammenfassung

Auf der Grundlage von insgesamt 16 Versuchsserien an verschiedenen Autobahnstrecken der Schweiz wird über Erfahrungen mit langsam- und kurzwachsenden Hydrosaat-Mischungen berichtet. Aus den gewonnenen Erfahrungen geht hervor, daß sich kurzbleibende Extensivrasen besonders bis zu einer Neigung von 30 % eignen, während auf horizontalen Flächen jeder Boden begrünt werden kann. Strohmulch wird zur Ansaat extremer Extensivrasen umso mehr erforderlich, je weniger feinerdig der Boden ist. Düngungen nach der Saat fördern die Narbendichte. Das spätere Ziel ist, daß nicht mehr als ein Schnitt notwendig wird, wobei ein geringer Schnittgutanfall einen Verbleib des Schnittgutes auf der Fläche sicherstellen soll.

Die angesäten *Festuca* ssp. und *Poa* ssp. vermögen sich fast immer im Bestand zu halten, es treten allerdings Bestandsumschichtungen ein, besonders aber sind bei fehlender Pufferwirkung des Bodens größere Salzschäden zu befürchten.



Abb. 3: Mutterboden enthält in der Regel Samen von Unkraut und großen Gräsern, welche die Extensivrasen anfänglich überwuchern.

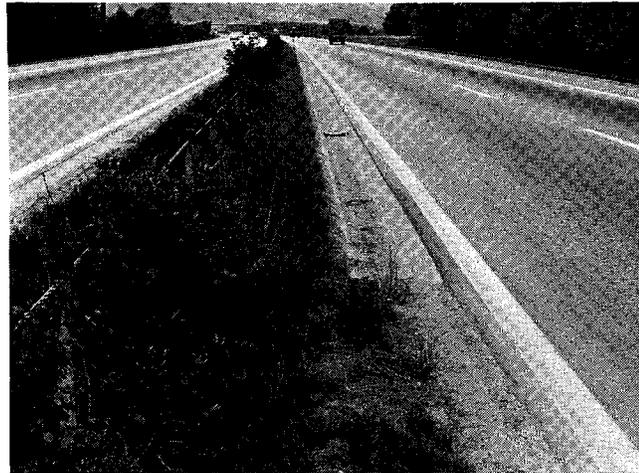


Abb. 4: Salzschäden (Vordergrund) am Rasen, wo das Straßenwasser im Mittelstreifen versickert statt kanalisiert zu werden.

Summary

This is an account of the results of a total of 16 series of experiments carried out along different highways in Switzerland with slowly growing short-grass hydroseed mixtures. These experiments revealed that extensive short-grass turfs are especially suited for slopes with a gradient of 30 per cent, whereas on level ground almost every soil can be supplied with a green cover. The less fine earth the soil contains, the more straw mulch is required when extremely extensive turf grasses are sown. Fertilization after sowing increases the density of the sward. It is the final objective to reach a state where only one cut is necessary and where the output of grass is only small, so that the cut grass can be left on the ground.

Festuca ssp. and *Poa* ssp., when sown, survived nearly everywhere, but there were certain changes in the grass composition. There is also a danger of greater saline damage when the bumper effect of the soil is lacking.

Ökologische Versuche mit pflegearmen Rasen an Bundesautobahnen

G. Sauer, Köln und W. Skirde, Gießen

1. Standortkundliche Grundlagen und Versuchsanstellung

1.1. Versuchsziel

Für die unbefestigten Flächen neben Straßen und Autobahnen, soweit sie nicht mit Gehölzen bepflanzt werden müssen oder können, sollen Ansaatmischungen gefunden werden, deren Gräser so niedrig bleiben und so wenig Masse bilden, daß sie, je nach Verwendungsstelle – Böschung, Bankett, Mittelstreifen – keine oder nur geringe Pflege erfordern. Dieser Zustand soll möglichst lange erhalten bleiben, d. h. die einzelnen Mischungspartner sollen weitgehend krankheits- und trockenheitsresistent sein und über entsprechende Konkurrenzkraft verfügen, so daß eine Unterwanderung durch hochwachsende Gräser- und Kräuterarten von angrenzenden Flächen ausgeschlossen oder zumindest stark erschwert wird. Gleichzeitig sollen diese Mischungen die im Straßenbereich seit jeher geltenden Forderungen erfüllen: Der Rasen muß die Flächen – soweit möglich – intensiv durchwurzeln und eine dichte Narbe bilden und die Vegetationsschicht auf diese Weise nicht nur dauerhaft sondern auch möglichst rasch vor Erosion durch Wasser und Wind und Abgang kleinerer Gesteinstrümmer schützen und gegebenenfalls den Gesteinszerfall bremsen. Da kurzbleibende Gräser sich im Jugendstadium erfahrungsgemäß langsamer entwickeln als hochwachsende Arten mußte diesem Punkt von vornherein Aufmerksamkeit gewidmet und den Ansaaten eine entsprechende Starthilfe gegeben werden.

Schließlich sollen die einzelnen Partner der neuen Ansaatmischungen nicht zu eng begrenzte Ansprüche an den Standort (Lage – Klima – Vegetationsschicht) stellen, damit die Mischungen einen möglichst großen Anwendungsbereich haben und auf vielen Baustellen mit einer einzigen Mischung gearbeitet werden kann. Hierdurch kann nicht nur die Saatgutbeschaffung vereinfacht werden, es wird auch die Gefahr verringert, daß es auf den Baustellen zu Verwechslungen der Ansaatmischungen kommt.

1.2. Die Auswahl der Versuchsstandorte

Die Wahl der Versuchsstandorte war durch die Lage der im Bau befindlichen Autobahnabschnitte von vornherein etwas eingegrenzt. Bei der endgültigen Festlegung der Flächen spielte dann eine ganze Reihe von Faktoren eine Rolle.

So waren wir bemüht, Versuche auf verschiedenen Grundgesteinen anzulegen, wobei sich die erste Serie jedoch auf Gesteine beschränken sollte, die einen mäßigen bis schlechten Pflanzenstandort abgeben. Die Erweiterung des Versuchsprogrammes auf bessere Standorte ist in Vorbereitung.

Weiterhin sollten nach Möglichkeit gewisse klimatische Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsstandorten bestehen. Daher wurden unterschiedliche Höhenlagen ausgewählt. Da sich jedoch die Neigungsrichtung der Flächen (Exposition) in unserem Klimabereich stärker auf die Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse am bzw. im Boden auswirkt als eine gewisse Höhendifferenz, wurden die Versuchsflächen vorzugsweise auf Böschungen gelegt, und zwar soweit wie möglich auf Einschnittböschungen. Hier läßt sich auf direkt einander gegenüberliegenden Flächen der Einfluß der Exposition auf die Entwicklung verschiedener Ansaatmischungen eindrucksvoller demonstrieren als auf kilometerweit voneinander entfernt liegenden Anschnittböschungen unterschiedlicher Neigungsrichtung, die zudem mit Rücksicht auf den Baufortschritt mit-

unter auch noch verschiedene Ansaattermine bedingen. Durch Letzteres würde auch die Auswertung der Ergebnisse in einem gewissen Grade beeinträchtigt. Auch Dammböschungen wurden bei der bisherigen Anlage von Versuchen gemieden, da gewisse Ungleichmäßigkeiten im Aufbau, Wasserzufluß von der Fahrbahn u. a. auch hier die Auswertung erschweren können.

Der Entschluß, die Flächen durch Naßsaat (Anspritung) zu begrünen sowie die Zweckmäßigkeit, die verschiedenen Ansaatmischungen zum besseren Vergleich wie auch aus Gründen der Kostenersparnis auf unmittelbar nebeneinander liegenden Flächen auszubringen, stellte bestimmte Forderungen an die Böschungslängen und -höhen bzw. Flächengrößen und schränkte so die Auswahl der Versuchsstandorte weiter ein. Andererseits konnte jedoch bei der vorgesehenen Größe der Versuchspartellen auf Wiederholungen verzichtet werden.

1.3. Charakteristik der Versuchsstandorte

Versuchsstandort 1, Breuna:

Ansatzzeit: 8.–10. 7. 1970

Lage

An der BAB A 16 Dortmund – Kassel bei Betriebs-km 28,5. Etwa 20 km Luftlinie nordwestlich von Kassel. Höhe über NN um 335 m. Einschnittböschungen, Neigungsrichtungen ONO und WSW, Neigungsgrad 1:1,5
Vegetationsform oberhalb der Böschungen: Laubwald

Grundgestein

Unterer Muschelkalk (Wellenkalk)
Kalk- und Mergelkalkschichten mit sehr unregelmäßigen Schichtflächen (Wellen). Sie bilden in frischem Zustand meist sehr dicke Bänke mit starker Klüftigkeit. Da keine Tonschichten zwischengelagert sind, ist das Gestein sehr wasserdurchlässig. Es ist sehr empfindlich gegenüber mechanischer Verwitterung, wobei es zunächst in dünne Platten und schließlich grusig zerfällt. Das Verwitterungsprodukt ist vorwiegend tonig.

pH-Wert des Rohbodens: 8,6 (in H₂O), 7,7 (in n KCl)

Witterung

Mittelwerte aus langjährigen Meßreihen sowie in den Jahren 1970–1972 ermittelte Werte des Witterungsverlaufes, soweit sie für die Entwicklung der Versuchsansaatn besondere Bedeutung haben, sind in Bild 1 wiedergegeben. Die Daten wurden uns freundlicherweise vom Deutschen Wetterdienst, Zentralamt Offenbach/Main, zur Verfügung gestellt. Die den Meßstellen Warburg und Arolsen entstammenden Werte gelten gleichzeitig für die benachbarten Versuchsstandorte 2 und 3.

Während die Niederschlagsmengen im Ansaatjahr 1970 nahezu in allen Monaten – in einem Teil sogar sehr erheblich – über den langjährigen Mittelwerten liegen, bleiben sie in den ersten drei Monaten des Jahres 1971 sowie von Juli 1971 bis Februar 1972 und im Herbst 1972 meist sehr stark darunter.

Dies schlägt sich auch deutlich in den Jahressummen nieder. Die mittlere Jahressumme von 632 mm wird 1970 um 33 % übertroffen, dagegen besteht in den beiden folgenden Jahren ein Defizit von 19 bzw. 10 %. Auffallend ist, daß die Monatsmittel der relativen Luftfeuchtigkeit in den Jahren 1970 bis 1972 fast ausnahmslos hinter den langjährigen Mittelwerten zurückbleiben. Am stärksten ist dies vom Juli – Oktober 1971 der Fall, wo sie bis zu 16 % niedriger sind. Die Jahresmittel liegen 3 bzw. 8 und 4 % niedriger als der bei 80 % liegende langjährige Jahresmittelwert.

Die Monatsmittel der Lufttemperatur 1970, 1971 und 1972 zeigen gegenüber den langjährigen Mittelwerten keine nennenswerten Besonderheiten. Die Jahresmittel liegen 0,5° bzw. 0,1° und 0,8° C unter dem langjährigen Mittel von 8,1° C.

Bei einer Darstellung der Sommertage (Höchsttemperatur mindestens 25° C) ist der steile Anstieg im Juli 1971 bemerkenswert. Mit 12 Tagen liegt dieser Wert 5 Tage über dem langjährigen Mittel.

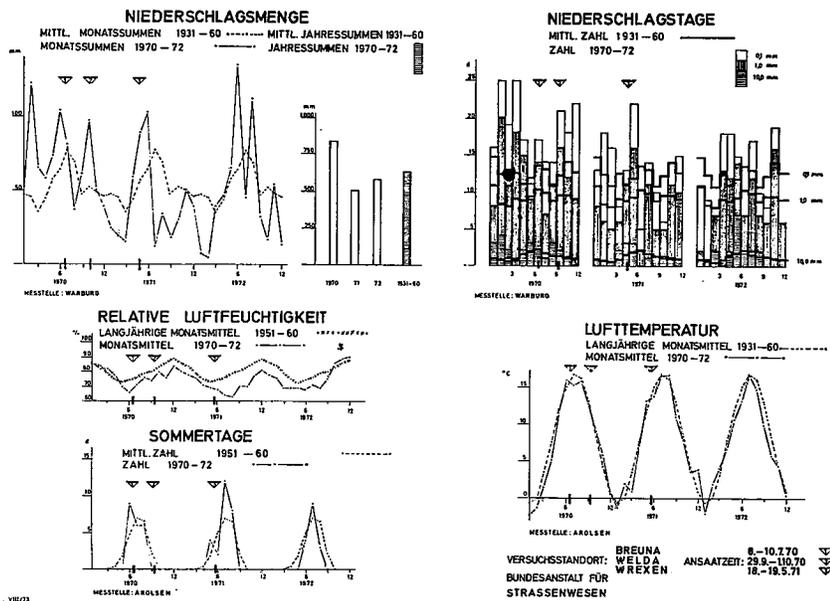


Bild 1: Klima-Witterungsdiagramm für die Versuchsstandorte Breuna, Welda, Wrexen

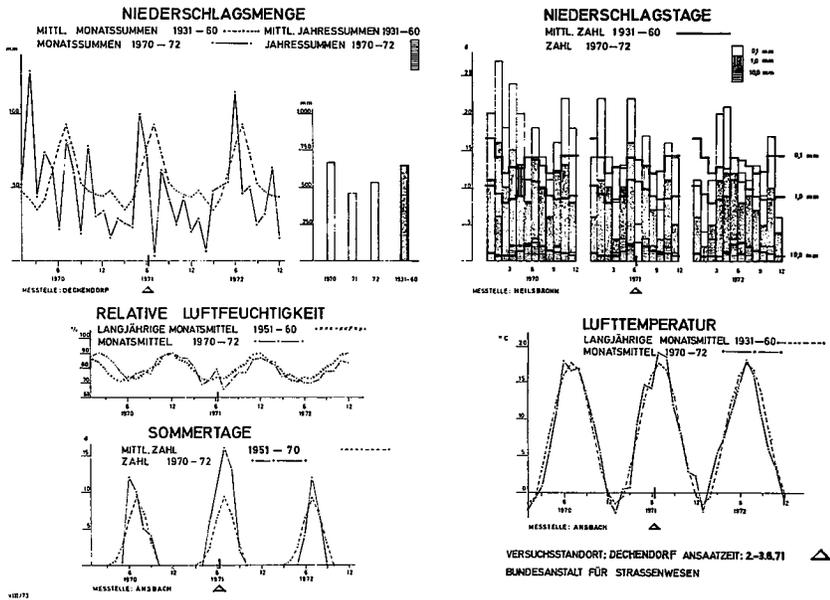


Bild 2: Klima-Witterungsdiagramm für die Versuchsstandorte Dechendorf

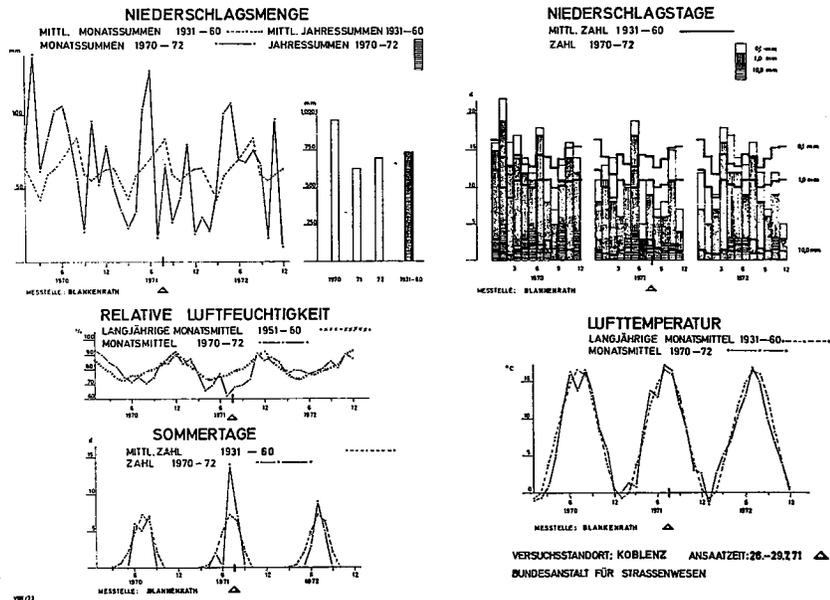


Bild 3: Klima-Witterungsdiagramm für die Versuchsstandorte bei Koblenz

Versuchsstandort 2, Welda.

Ansaat: 29. 9.–1. 10. 1970

Lage

An der BAB A 16 Dortmund–Kassel bei Betriebs-km 38,3. Etwa 28 km Luftlinie nordwestlich von Kassel.
Höhe über NN um 290 m.
Einschnittböschungen, Neigungsrichtungen ONO und WSW, Neigungsgrad 1:1,5
Vegetationsform oberhalb der Böschungen: Laubwald.

Grundgestein

Unterer Muschelkalk (Wellenkalk)
Nähere Angaben siehe Versuchsstandort 1

Witterung

Hier gelten die Angaben bei Versuchsstandort 1.
Bei der Bewertung des Witterungsverlaufes für die Entwicklung der Ansaaten ist jedoch der veränderte Ansaatzeitpunkt – ca. 12 Wochen später – zu beachten.

Versuchsstandort 3, Wrexen.

Ansaatzeit: 18.–19. 5. 1971

Lage

An der BAB A 16 Dortmund–Kassel bei Betriebs-km 51,2. Etwa 41 km Luftlinie nordwestlich von Kassel.
Höhe über NN um 235 m.
Einschnittböschungen, Neigungsrichtungen NNO und SSW, Neigungsgrad 1:2 (NNO) bzw. 1:1,5 (SSW).
Vegetationsform oberhalb der Böschungen: Nadelwald.

Grundgestein

Unterer Mittelbuntsandstein
Gut gebankte, teils quarzitisches, teils tonig-schluffige Sandsteine unregelmäßiger Schichtdicken wechseln mit dünneren Tonlagen ab. Die Korngröße der Sandsteine variiert zwischen vorwiegend Mittelsand bis hin zum Feinsand. Grobsandige Lagen sind selten. Die meist dichten Sandsteine sind gegenüber der mechanischen Verwitterung relativ widerstandsfähig. Endprodukt der Verwitterung ist ein schwachlehmiger Mittel- bis Feinsand.
Zum Zeitpunkt der Ansaat waren die Böschungflächen größtenteils mit einer dünnen Decke von Material überzogen, das bei Herstellung des Einschnittes gelockert worden war.
pH-Wert des Rohbodens: 6,4 (in H₂O), 4,8 (in 1 n KCl)

Witterung

Hier gelten die Angaben bei Versuchsstandort 1.
Bei der Bewertung des Witterungsverlaufes für die Entwicklung der Ansaaten ist jedoch zu beachten, daß die Ansaat hier im Anschluß an den niederschlagsarmen Winter 1970/71 erfolgte und auch der junge Rasen ab Juli einer längeren niederschlagsarmen Periode (Juli 1971 – Februar 1972) mit teilweise sehr geringer Luftfeuchtigkeit (Juli – Oktober 1971) sowie einer außergewöhnlich großen Zahl von Sommertagen im Juli 1971 ausgesetzt war.

Versuchsstandort 4, Dechendorf.

Ansaatzeit: 2.–4. 6. 1971

Lage

An der BAB A 20 Heilbronn–Nürnberg bei Bau-km 405 und 407,4. Etwa 27 km Luftlinie südwestlich von Nürnberg.
Höhe über NN um 420 und 445 m.
Anschnittböschungen, Neigungsrichtungen NNO (km 405) und SSW (km 407,4), Neigungsgrad 1:2
Vegetationsform oberhalb der Böschungen: Nadelwald (NNO), Laub- und Nadelwald (SSW)

Grundgestein

Blasensandstein (Mittlerer Keuper)
Ein mittel- bis grobkörniger, feldspatreicher Sandstein, der gelegentlich auch geringmächtige Zwischenlagen aus sehr feinkörnigen Sanden und Tonlinsen aufweist.
Die mittel- bis grobkörnigen Sandsteinlagen sind porös, sehr wasser-durchlässig und von geringer Festigkeit. Bei der Verwitterung entsteht ein mehr oder weniger lehmiger Sand.
pH-Wert des Rohbodens: 6,7 (in H₂O), 6,7 (in 1 n KCl)

Witterung

In Bild 2 sind Mittelwerte aus langjährigen Meßreihen sowie in den Jahren 1970–1972 bestimmte Werte des Witterungsverlaufes dargestellt.

Sie stammen aus Messungen der Stationen Dechendorf, Heilbronn und Ansbach, die dem Versuchsstandort am nächsten liegen.

Versuchsstandorte 5–7, Koblenz.

Ansaatzeit: 26. u. 29. 7. 1971

Diese Versuchsstandorte liegen an der BAB Krefeld–Speyer zwischen 360 und 395 m über NN auf Einschnittböschungen. Neigungsrichtungen sind bei Standort 5 O und W, bei Neigungsgrad 1:1,5, bei Standort 6 und 7 NNO und SSW, bei Neigungsgrad 1:2.

Grundgesteine sind paläozoische Schiefer und quarzitisches Sandsteine bzw. Grauwacken des Unterdevon. Bei Standort 5 überwiegt der Anteil an schwer verwitterbaren, teilweise kompakten quarzitisches Sandsteinen. Der mehr oder weniger sandige Tonschiefer tritt meist nur in dünnen Zwischenschichten auf. Der pH-Wert des Rohbodens bei 7,5 (in H₂O) bzw. 6,0 (in 1 n KCl).

Bei Standort 6 ist das Verhältnis von Tonschiefer zu Sandsteinen etwa ausgeglichen. Der pH-Wert des Rohbodens liegt bei 7,1 (in H₂O) bzw. 5,9 (in 1 n KCl).

Bei Standort 7 überwiegt der Tonschiefer. Der pH-Wert liegt hier ebenfalls bei 7,1 bzw. 5,9.

Die Witterungsverhältnisse für diese Standorte sind in Bild 3 dargestellt.

Versuchsstandort 8, Köln (Merheimer Heide).

Ansaatzeit: 28. 8. 1972

Lage

Autobahnkreuz Köln-Ost bei Betriebs-km 544,8. Etwa 6 km Luftlinie östlich vom Zentrum Kölns.
Höhe über NN um 45 m.
Ebene
Vegetationsform der anschließenden Flächen: Rasen mit einzelnen Bäumen.

Grundgestein

Kiese und Sande der Niederterrasse des Rheins (Pleistozän)
pH-Wert des Rohbodens: 8,4 (in H₂O), 8,0 (in 1 n KCl)

1.4. Vorbereitung der Ansaatflächen

Zur Vorbereitung der Ansaatflächen wurden in einigen Fällen auf den vom Erdbau fertiggestellten Böschungen zwischenzeitlich entstandene kleinere Erosionsrinnen beseitigt. Abgesehen von der Anlage von Fanggräben oberhalb einiger Böschungen wurden keine weiteren Maßnahmen zur Fassung und Ableitung von Oberflächen- und Schichtwasser durchgeführt, da die Flächen keine wasserführenden Schichten aufwiesen, durch die die Standsicherheit der Böschungen oder die Entwicklung der Begrünung ernstlich gefährdet worden wäre.

Für die Festlegung der Größe der einzelnen Versuchspartellen war ausschlaggebend, daß noch ein rationelles Arbeiten ohne starke Kostensteigerung möglich war. Dies schien bei einer Flächengröße von etwa 400 m² der Fall zu sein, da dann bei Ansaat von 2 Partellen verschiedener Exposition mit der gleichen Mischung bei Naßsaat je nach verwendetem Gerätetyp wenigstens eine halbe bis eine Tankfüllung je Mischung angesetzt werden konnte. Außerdem bildete auch eine gewisse Mindestbreite und -länge der Partellen eine Voraussetzung für ein exaktes Arbeiten mit dem Anspritzgerät.

Die Partellen wurden genau eingemessen und an ihren Eckpunkten je nach Beschaffenheit des Untergrundes mit Holzpflocken oder Stahlstäben markiert.

1.5. Ansaatmischungen

Für die erste Versuchsreihe wurden 4 Ansaatmischungen aus Sortengräsem zusammengestellt, die Mischungen MA bis MD der Tabelle 1. Die Zusammenstellung dieser Ansaatmischungen stützte sich auf Voruntersuchungen, die hinsichtlich Aufwuchshöhe und Halmbildung vornehmlich auf dem Rasenversuchsfeld Leihgestern bei Gießen und hinsichtlich Konkurrenzverhalten in Mischungen bei der Begrünung

Tabelle 1:

Ansaatmischungen (Mischungsanteile in %)

	MA	%	MB	%	MC	%	MD	%	ME	%
Agrostis tenuis	Highland Bent	10	Holfior	10	Holfior	10	—	—	Holfior	10
Festuca ovina	Mecklenburger	15	Biljart	15	Biljart	15	—	—	Biljart	15
Festuca ovina	Tenuifolia HS	15	Novina	15	Novina	15	—	—	Novina	15
Festuca rubra r.	Roland 21	25	Oase	25	Oase	25	Golfrood	40	Novorubra	25
Festuca rubra c.	Rasengold	15	Barfalla	15	Barfalla	15	—	—	Barfalla	15
Festuca pseudovina	—	—	—	—	—	—	Valles.-Gruber	60	—	—
Poa pratensis	Apoll 31	20	Merion	20	Merion	20	—	—	Merion	20
Lolium perenne	—	—	—	—	Zusätzl. NFG	10	—	—	—	—

extremer Standorte im rheinischen, hessischen und baye-rischen Braunkohlenbergbau gewonnen wurden.

Auf die Mischung MC, die sich von MB lediglich durch einen Zusatz von 10% Lolium perenne der Sorte NFG unterscheidet, wurde auf dem Versuchsstandort 8 aufgrund der Bonitier-ergebnisse bei den zuerst angelegten Versuchen bereits wieder verzichtet.

Die Mischung MD konnte nur auf den Versuchsstandorten 1–3 eingesetzt werden, da unüberwindliche Schwierigkeiten be-standen, an weiteres Saatgut von Festuca vallesiaca pseudo-vina-Gruber heranzukommen. Bei den Versuchsstandorten 4 bis 8 wurde dann eine neue Mischung ME verwendet, die sich von MB wiederum nur durch den Austausch von Festuca rubra rubra Oase gegen Novorubra unterscheidet.

1.6. Durchführung der Ansaat

Die Aufstellung der Leistungsverzeichnisse erfolgte durch die Bundesanstalt für Straßenwesen, die Ausschreibung der Ar-beiten teils durch die Straßenbauverwaltungen der Länder, teils durch die Bundesanstalt, die Bauüberwachung gemein-sam durch die Bundesanstalt und die örtlich zuständigen Straßenbaudienststellen der Länder, denen auch an dieser Stelle für die gute Zusammenarbeit bei diesen Versuchen gedankt sei.

Die Entscheidung für die Anlage der Versuche auf Rohboden-flächen erforderte die Anwendung eines besonderen Saatver-fahrens, um bei Ausbringung des Saatgutes noch eine Reihe an Stoffen als Starthilfe auf die Rohbodenfläche mit auf-bringen zu können. Von den beiden Möglichkeiten der Naß-saat und der Trockensaat entschieden wir uns für die erstere. Auf den einzelnen Versuchsstandorten kamen bei der Ansaat Geräte verschiedener Typen zum Einsatz. In allen Fällen war gewährleistet, daß ein leistungsfähiges Rührwerk aus Saat-gut, Dünger, Bodenverbesserungsstoffen und Wasser eine homogene Mischung bildete und diese während des ganzen Saatvorganges erhalten blieb. Die Mischung wurde unter Aufsicht gleichmäßig auf die Flächen ausgebracht.

Zur Erzeugung eines wachstumsfördernden Mikroklimas, Schutz der Bodenoberfläche durch mechanische Angriffe und Verbesserung des Wasserhaushaltes wurde auf die Ansaat-flächen in einem getrennten Arbeitsgang noch eine Mulch-decke aus Stroh aufgebracht, das mit Klebern (pflanzen-unschädliche Bitumenemulsion oder Kunststoff-Konzentrat) miteinander verbunden wurde. Bei den Versuchsstandorten 1, 2 und 5–7 erfolgte die Mulchung maschinell, bei 3, 4 und 8 in Handarbeit.

Die Saatgutmengen sowie Arten und Mengen von Dünger, Bodenverbesserungsstoffen, Mulchstoffen und Kleber, die auf den einzelnen Versuchsstandorten eingesetzt wurden, sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Bei Festlegung von Art und Menge der einzelnen Materialien zur Herstellung des Begrünungsgemisches blieben die stand-örtlichen Unterschiede im allgemeinen unberücksichtigt. Eine Ausnahme wurde beim Versuchsstandort 8 Köln gemacht, wo ein als Pflanzenstandort besonders ungünstiges Grundgestein in Verbindung mit einer ungünstigen Saatzeit geringfügig er-höhte Saatgutmengen sowie erhöhte Torf- und Zellulose-gaben geboten erscheinen ließ. Ein geringer Unterschied besteht in der Zusammensetzung der bei der Versuchsreihe verwendeten mineralischen Dünger. Bei Versuchsstandort 1–3 enthält der Mehrnährstoffdünger neben 12% N, 12% P₂O₅ und 17% K₂O zusätzlich 2% MgO. Größere Unterschiede be-stehen dagegen im Nährstoffverhältnis der beigegebenen or-ganisch-mineralischen Dünger, da hier die Auftragnehmer bei der Wahl des Produktes weitgehend freie Hand hatten.

Die Wassermenge für die Bereitung des Begrünungsgemi-sches wurde unter Berücksichtigung der zugegebenen Menge an Bodenverbesserungsstoffen und des Grundgesteins von Fall zu Fall festgelegt.

Bei der Mulchung der Versuchsstandorte 1 bis 4 erhielten Expositionen zwischen N und O geringere Stroh-mengen und auch entsprechend weniger Kleber als Expositionen zwischen S und W. Auf die Parzellen der Versuchsstandorte 5 bis 8 wurde ohne Rücksicht auf Neigungsrichtung und Neigungs-grad eine einheitliche Menge Stroh (400 g/qm) und Kleber (250 g/qm) aufgebracht.

Zwischen der Ausbringung der verschiedenen Ansaatmischun-gen wurde durch mehrmaliges sorgfältiges Spülen der Spritz-aggregate mit reichlich klarem Wasser dafür gesorgt, daß sich keine Rückstände der zuvor ausgebrachten Saatmischung mehr im Tank befanden und die vorgesehene Mischungen nicht bereits bei der Ansaat verfälscht wurden.

Um eine exakte Abgrenzung zwischen den einzelnen Par-zellen zu erhalten und doppelte Ansaat auszuschließen, wur-den bei der Anspritzung entlang der seitlichen Parzellen-grenzen 1,5–2 m breite Plastikfolien ausgelegt und mit Stein- beschwert. An den seitlichen und soweit nötig bzw. mög-lich auch an den oberen Grenzen der Parzellengruppen wurden entweder durch sofortige Anspritzung baumtseigener oder anderer Rasenmischungen oder durch sorgfältige Hand-ansaats nach Andeckung von Oberboden (Mutterboden) genü-gend breite Schutzstreifen geschaffen.

1.7. Pflegemaßnahmen

Sowohl mit den örtlich zuständigen Stellen der Straßenbau-verwaltung als auch mit den Unternehmen des Landschafts-baues, die die Ansaaten durchführten, wurde vereinbart, auf den Versuchsflächen keinerlei Nacharbeiten oder Pflegemaß-nahmen wie Düngen, Mähen u. a. ohne vorherige Absprache mit uns durchzuführen.

Tabelle 2:

Materialliste (Aufwandmengen je qm)

Versuchsstandort Ansaatzeit	1 Breuna 8.–10. 7. 70	2 Welda 29. 9.–1. 10. 70	3 Wrexen 18.–19. 5. 71	4 Dechendorf 2.–3. 6. 71	5–7 Koblenz 26.–29. 7. 71	8 Köln 28. 8. 72
Saatgut	15 g	15 g	15 g	15 g	15 g	18 g
Dünger						
Minerat. Dünger (Chloridfrei)	37,5 g [12/12/17/2]	37,5 g [12/12/17/2]	37,5 g [12/12/17/2]	37,5 g [12/12/17]	37,5 g [12/12/17]	37,5 g [12/12/17]
Organ.-mineral. Dünger	37,5 g [4/5/1]	37,5 g [7/2]	37,5 g [7/2]	37,5 g [8/7/10]	37,5 g [5/7/4]	37,5 g [5/7/4]
Bodenverbesserungsstoffe						
Torf (DIN 11 540)	2 l	2 l	2 l	2 l	2 l	3,45 l
Zellulose	150 g	150 g	150 g	150 g	150 g	200 g
Natriumalginat-Dispersion	75 g	75 g	75 g	75 g	75 g	75 g
Mulchstoffe						
Stroh	ONO 250 g WSW 400 g	ONO 250 g WSW 400 g	NNO 250 g* SSW 400 g*	NNO 250 g* SSW 400 g*	NNO 400 g SSW 400 g	400 g
* Handarbeit						
Kleber						
Bitumenemulsion	ONO 180 g WSW 250 g	ONO 180 g WSW 250 g		NNO 180 g + 0,2 l SSW 250 g + 0,2 l Wasser	NNO 250 g SSW 250 g	
Kunststoff-Konzentrat			NNO 40 g Hüls 80 l SSW 40 g Hüls 80 l			40 g Hüls 80 l

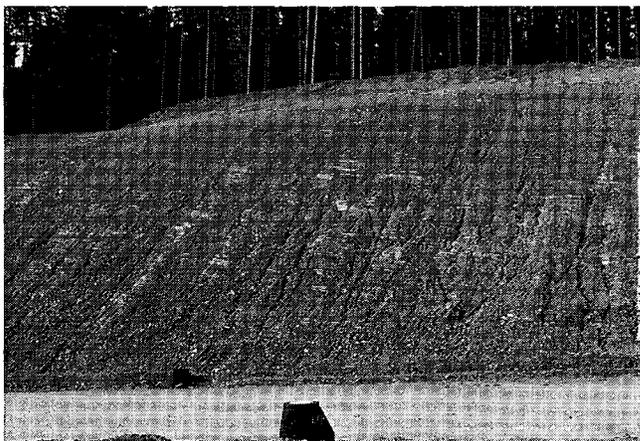


Bild 4: Versuchsstandort 3 – Wrexen, vor der Ansaat



Bild 5: Ansaat einer Versuchsparzelle

Sieht man von einem auf der NNO-Böschung des Versuchsstandortes 4 Dechendorf im September 1971 durchgeführten Schnitt der Gerste ab, deren stärkeres Auftreten auf die Mulchung mit Stroh zurückzuführen war – auf der anderen Böschung hatten uns Kaninchen diese Arbeit erspart – so beschränken sich die Pflegemaßnahmen bisher auf die Versuchsstandorte 1 und 2 auf Muschelkalk.

Hier wurden durch uns bzw. im Einvernehmen mit uns folgende Maßnahmen durchgeführt:

Am 21. 9. 1970, d. h. ca. 10 Wochen nach der Ansaat, wurden alle Flächen des Versuchsstandortes 1 mit 25 g/m² schwefelsaurem Ammoniak (21 % N) nachgedüngt. An den Grenzen zwischen den einzelnen Parzellen blieben hierbei zur Kontrolle jeweils Rechtecke von 2 x 7,5 m unbehandelt.

Am 10. 4. 1972 wurden die Parzellen der WSW-exponierten Flächen des Versuchsstandortes 1 jeweils zur Hälfte mit 100 g/m² Agrosil LR abgestreut.

Am 24./25. 10. 1972 wurden die Parzellen der WSW-exponierten Flächen der Versuchsstandorte 1 und 2 mit 40 g/m² Mannadur-Rasendünger (Nährstoffverhältnis 7/3/4/1,5 + 7 Mikronährstoffe) nachgedüngt.

Am 11./12. 4. 1973 wurde die Maßnahme vom 24. 10. 1972 nochmals wiederholt.

Von der in der Leistungsbeschreibung vorgesehenen Möglichkeit, bei anhaltender Trockenheit nach dem Auflaufen der Ansaaten auf Anweisung des Auftraggebers mit mindestens 15 l/m² Wasser zu beregnen, wurde in keinem Fall Gebrauch gemacht.

2. Entwicklung der Begrünungsansaaten

Die Konzeption der Ansaatmischungen, wie sie im ersten Teil dieses Berichts über ökologische Versuche an Bundesautobahnen im einzelnen aufgeführt worden sind, ging von der Idee einer Standardmischung aus, die im Rahmen dieser Fragestellung nach bestimmten Gesichtspunkten variiert werden sollte.

So wurde die Mischung MA, im wesentlichen aus Futtersorten von *Festuca rubra rubra* und *Poa pratensis* sowie Handelsansaaten von *Festuca rubra commutata*, *Festuca ovina duriuscula*, *Festuca ovina tenuifolia* und *Agrostis-Highland Bent* zusammengestellt, während in Mischung MB das Verhalten wertvoller Rasenzuchtsorten bei gleicher gewichtsanteiliger Artenzusammensetzung wie in Mischung MA geprüft werden sollte. Bei Mischung MC ging es dagegen um die Frage, ob sich ein Zuschlag von 10 % an *Lolium perenne* = 1,5 g/m² Saatgut der Sorte NFG zu der Mischung MB günstig zur Schnellbegrünung auf extremen Standorten auszuwirken vermag.

Die Ansaat MD stellt schließlich eine Besonderheit dar. Hier wird eine Aussage über die Ansaateignung von *Festuca vallesiaca pseudovina* erwartet, einer in Ungarn verbreiteten und in den Versuchen zusammen mit *Festuca rubra-Golfrood* ausgesäten Schwingelart, die sich durch einige interessante Eigenschaften auszeichnet: sie bildet bei geringer Wuchshöhe

eine recht dichte Narbe aus, sie ist gut trockenheitsverträglich und sie hat sich in Topfversuchen ferner als relativ salztolerant erwiesen.

Diese 4 Ansaatgemische kamen an der BAB Kassel–Dortmund zur Anlage. An den anderen Versuchsstandorten mußte aus Gründen der Saatgutbeschaffung auf die Verwendung von *Festuca vallesiaca pseudovina* verzichtet werden. Anstelle dessen wurde dort als Variante ME die Mischung MB unter Austausch von *Festuca rubra-Oase* gegen *Festuca rubra-Novorubra*, einem typischen, robusten Ausläufer-Rotschwingel, verwendet.

Bei diesen Ansaaten war die Bestandsbildung, insbesondere die für Sicherungsbauweisen an landschaftsgestörten Flächen wichtige Entwicklung der Bodenbedeckung sowie die bestandsanalytische Variation, zu verfolgen, und zwar beides unter dem Einfluß schwieriger, zum Teil äußerst extremer ökologischer Bedingungen, wie sie sich aus den geschilderten Niederschlags- und Einstrahlungsverhältnissen, dem geologischen Material sowie von Exposition und Neigung der Böschungseinschnitte ergeben. Dabei wurde die extreme Situation einiger Standorte im Versuchsablauf noch durch eine abnorm trockene Witterung verstärkt.

Dies betrifft insbesondere die Versuchsstandorte 1 und 2 auf Steilböschungen aus Muschelkalk an der BAB Kassel–Dortmund, die zusammen mit dem dortigen dritten Versuch auf einem flacheren Böschungsanschnitt aus Bundsandsteinverwitterung im Mittelpunkt dieser Auswertung stehen.

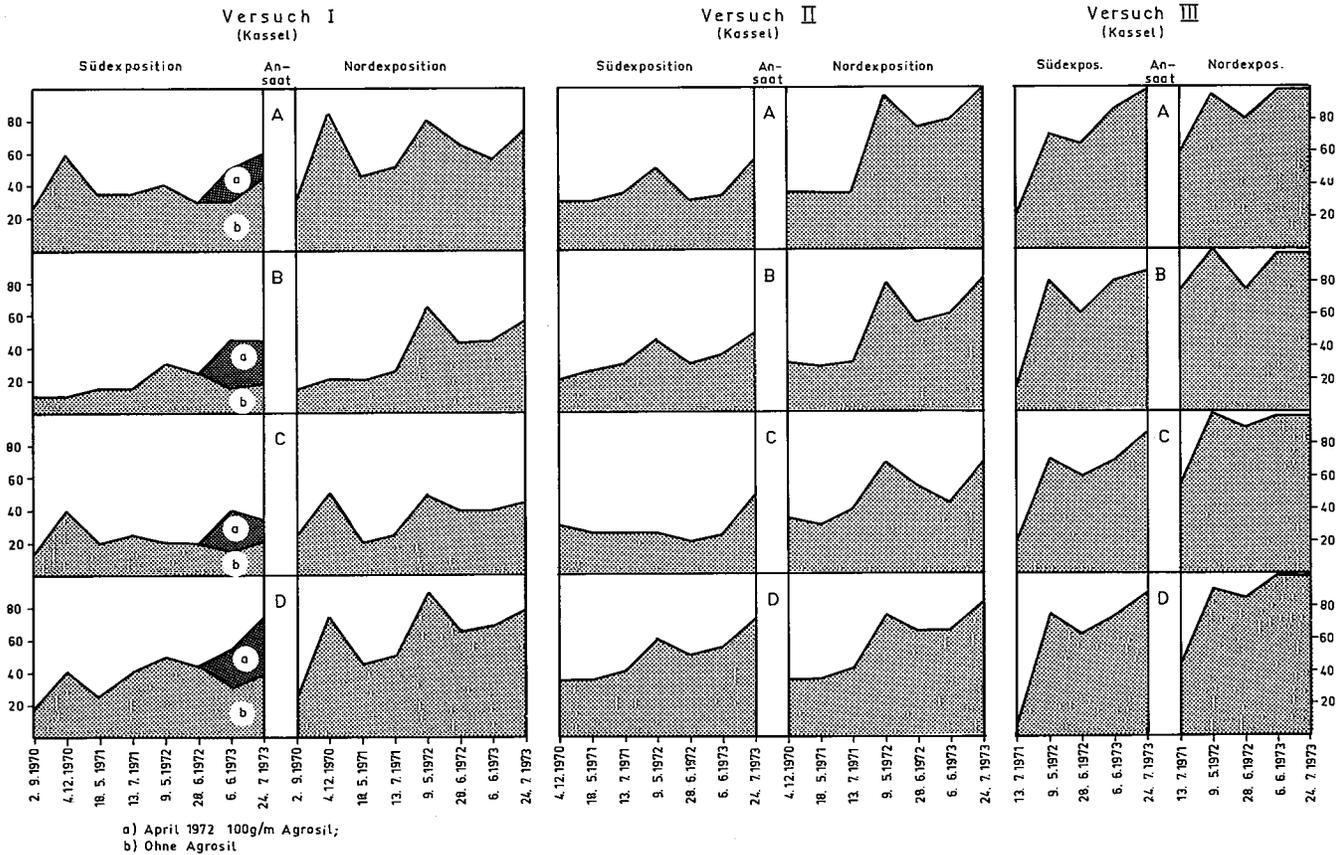
2.1. Bestandsentwicklung

Während Keimung und Aufgang aller Ansaaten durch eine günstige Witterung gefördert wurden, wirkten die ungewöhnlichen Trockenperioden der folgenden Jahre derart störend auf die weitere Entwicklung der Bestände ein, daß eine ausreichende Rasenbildung entweder teilweise unterblieb oder später eine Verringerung des Deckungsgrades eintrat. Besonders nachteilig war der Einfluß der ausgeprägten Frühjahrs- und Hochsommer- bzw. Herbsttrockenheit der bisherigen Versuchsjahre zu verspüren, die nicht nur eine Regeneration der über Sommer in Mitleidenschaft gezogenen Bestände ausschloß, sondern teilweise selbst noch zu Trockenschäden führte. Geradezu schädigend wirkte sich dabei die Trockenheit in den Monaten Juli, August, September und Oktober 1971 aus, als an benachbarten Meßstellen des Deutschen Wetterdienstes insgesamt nur 83 bis 115 mm Niederschlag fiel.

Unter diesen Bedingungen trat eine recht differenzierte Entwicklung der Ansaaten sowohl zwischen den beiden Expositionen als auch zwischen den verschiedenen Mischungen ein. Sie betrifft die bestandsanalytische Ausprägung wie den Grad der Bodenbedeckung, den die einzelnen Ansaaten erreichten.

So war die Bodenbedeckung an den Südböschungen der extremen Kalkstandorte nicht nur in allen Fällen merklich geringer, sondern sie entspricht bei verschiedenen Mischungen auch nicht dem Bedeckungsgrad, der zur Verkleidung

Darst. 1: Bestandsentwicklung von Begrünungsansaaten
(Bodenbedeckung in %)



und Sicherung der Böschungfläche durch eine Pflanzen-
decke wünschenswert wäre.

Im einzelnen ergeben sich folgende Abweichungen:

Entsprechend der ähnlichen standörtlichen Situation weisen die Versuche 1 und 2 etwa den gleichen Deckungsgrad auf, der sich auch in ähnlicher Weise einstellte bzw. entwickelte. Er lag im Jahr 1973, je nach Ansaatmischung, bei der Südexposition zwischen 15 und 40 bzw. 40 und 70 % projektiver Bodenbedeckung; bei der Nordexposition zwischen 40 und 80 bzw. 70 und 100 %. Demgegenüber hat das besser verwitterungsfähige Sandgestein am 3. Standort, vermutlich im Zusammenwirken mit einer geringeren Böschungsneigung und etwas höheren Niederschlägen, eine weitaus günstigere Entwicklung der Ansaaten bewirkt, so daß die Bodenbedeckung dort zwischen 80 und 98 % an der Südböschung und zwischen 95 und 100 % an der durch Hochwald begrenzten Nordböschung lag (Darst. 1).

Besonders interessant verlief die Bestandsbildung der einzelnen Ansaatmischungen. Hier erreichten die Ansaaten MA und MD, also die auf der Grundlage von Handelssaaten und Futtersorten hergestellte Mischung sowie das Gemisch aus *Festuca vallesiaca pseudovina* und *Festuca rubra*-Golfrood, bei beiden Kalkstandorten etwa gleichrangig den höchsten Deckungsanteil, während sich bei Versuch 3 keine so klare Mischungsreaktion einstellte. Demgegenüber blieb die Bodenbedeckung der Ansaaten MB und MC, also den Mischungen aus Rasenzuchtsorten, im Falle von MC unter Zusatz von *Lolium perenne*, bei den beiden ersten Versuchen beträchtlich zurück. Zwischen ihnen ergaben sich im Entwicklungsverlauf keine sicheren Unterschiede. Wohl trat in Versuch 1 bei der Ansaat mit *Lolium perenne* (MC) anfänglich eine höhere Bodenbedeckung ein, diesem Ergebnis steht jedoch der im ganzen geringere Deckungsgrad dieser Ansaat auf dem zweiten Versuchsstandort entgegen.

Beziehen wir allerdings die Versuche an den BAB-Neubau-
stellen im Nürnberger und Koblenzer Raum mit in die Dis-

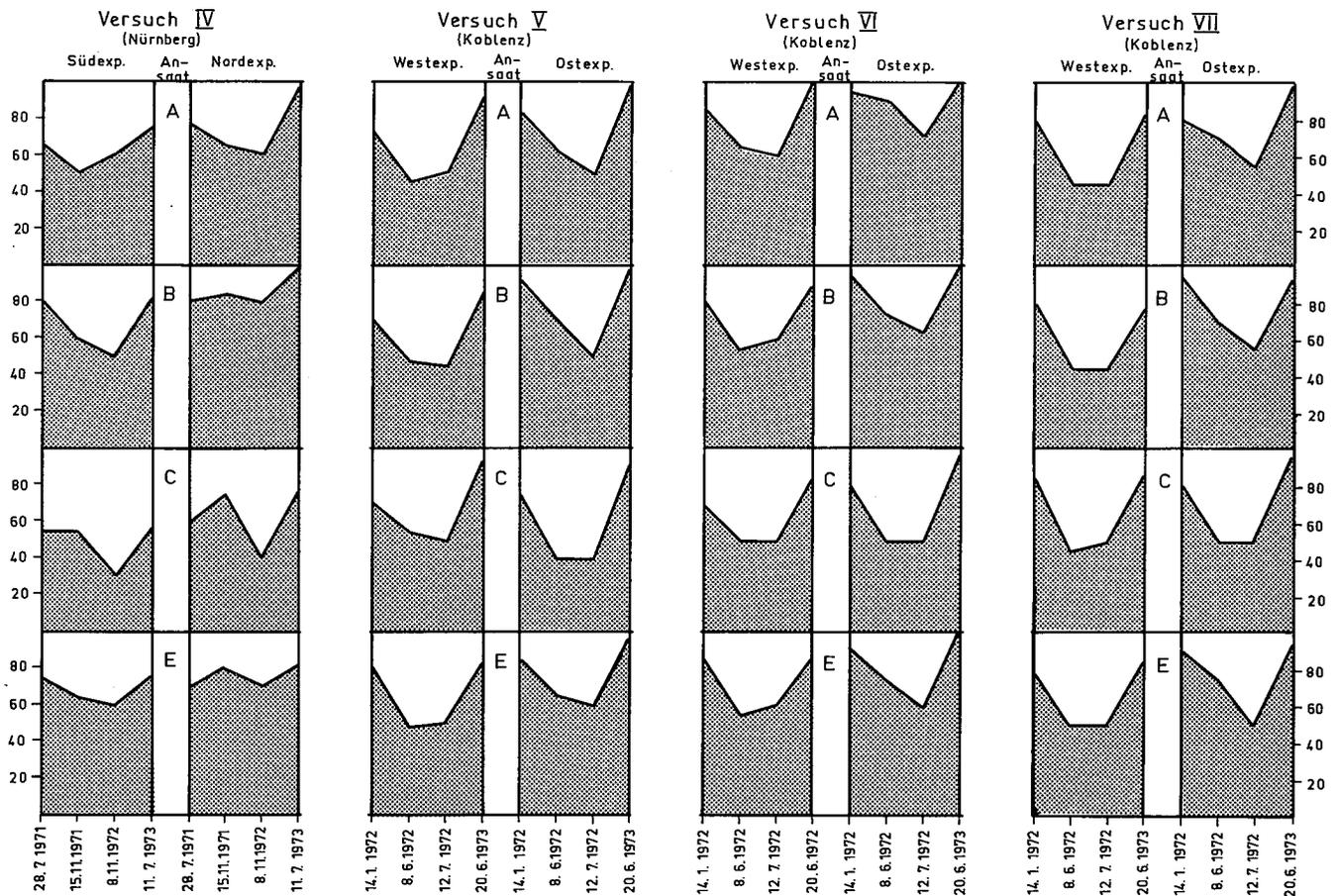
kussion der Verwendung von *Lolium perenne* als Schnell-
begrüner in langsamwachsende Begrünungsansaaten auf
schwierigen Standorten ein, dann ist von *Lolium perenne*
eher ein nachteiliger Einfluß auf Umfang und Verlauf der
Bodenbedeckung zu erwarten. Denn bei allen 4 Versuchen
blieb der Deckungsgrad der Ansaat MC zunächst teilweise
beträchtlich hinter der vergleichbaren Ansaat ohne *Lolium*
perenne zurück (Darst. 2).

Hier handelt es sich offensichtlich um einen Konkurrenz-
effekt insofern, als *Lolium perenne* mit anfänglichen Be-
standsanteilen von 30 bis 50 % den Grundstock der Begrü-
nungsansaaten extremer Standorte, insbesondere die kurz-
bleibenden *Festuca*-Arten, unterdrückt, ohne unter derart
trockenen Bedingungen selbst durch intensive Bestockung
zu einer dichten Pflanzendecke beitragen zu können. Viel-
mehr geht der Anteil an *Lolium perenne* nach zwei Jahren
stark zurück, so daß sich bei den ältesten Versuchsanlagen
bestenfalls noch Spuren dieses Grases im Bestand befinden.

Im Vergleich aller Versuche ist die geringe Bestandsbildung
der ausschließlich aus Rasenzuchtsorten, und zwar bei Ver-
wendung eines kurzausläufertreibenden Rotschwingels auf-
gebauten Ansaaten MB und MC auf den extremen Kalk-
standorten 1 und 2 auffallend. Sie findet sich auf den übrigen
orten, gleichwohl ungünstigen, doch etwas weniger schwierigen
Versuchsstellen nicht, so daß der Deckungsgrad dort an der
Süd- oder Westexposition bei keiner Mischung unter 30 %
und bei der Nord- oder Ostböschung in keinem Fall auch
nur zeitweilig unter 40 % absank. Gegenwärtig liegt die
Bodenbedeckung an allen Standorten und Expositionen über
75 %, teilweise bei 100 %.

Wie es das Beispiel einer Agrosilanwendung aus dem Früh-
jahr 1972 in Höhe von 100 g/m² jedoch zeigt, sind die ge-
störten Bestände der beiden Kalkstandorte noch durchaus
verbesserungsfähig, zumal, wenn eine Bestandsregeneration
in einer feuchten Witterungsperiode zusätzlich durch Samen-
ausfall eine Unterstützung finden könnte (Darst. 1). Immerhin

Darst. 2: Bestandsentwicklung von Begrünungsansaaten
(Bodenbedeckung in %)



hat die Agrosildung von 1972 den Deckungsgrad der Ansaaten, selbst während eines trockenen Versuchsablaufs, um 20 bis 30 % erhöht, was einer relativen Verbesserung der Bodenbedeckung von 60 bis 300 % entspricht.

Am stärksten reagierten auf diese Maßnahme die Ansaaten MB und MC. Im ganzen gesehen erscheinen derartige Mischungen jedoch zu schwachwüchsig und zu wenig robust, um die Funktion als lebender Sicherungsbaustoff unter den Bedingungen extrem trockener Standorte mit schwach verwitterndem Gestein zu erfüllen. Sie sind dagegen den robusteren Ansaaten aus Fittersorten und Handelssaaten hinsichtlich der Bestandsbildung unter etwas günstigeren standörtlichen Bedingungen, wie sie beispielsweise im Raum Koblenz und Nürnberg, teilweise trotz Steilböschung vorliegen, ebenbürtig, wenn die Rohbodenunterlage Feinteile aufweist oder durch Verwitterung liefert, es sich um keinen extremen Trockenstandort handelt oder die Exposition sich nicht zu ungünstig auswirkt.

2.2. Bestandszusammensetzung

Eine Erklärung für das abweichende Verhalten der Ansaaten hinsichtlich ihrer Bodenbedeckung findet sich in der botanischen Zusammensetzung bzw. Ausprägung der Bestände. Hier ergibt sich für die Versuche an der BAB Kassel-Dortmund folgendes Bild:

Mit Ausnahme der Nordexposition des weniger extremen Standorts 3 gewannen die angesäten Festuca-Arten eindeutig an Dominanz (Darst. 3). Agrostis ist an der Südexposition, nach anfänglich hohem Anteil, kaum noch auffindbar und an der Nordexposition nur mehr mit 1 bis 3 % vorhanden. Allein auf dem stärker verwitterten Sandgestein der flacheren Nordböschung des Versuches 3 konnte Agrostis tenuis in Gestalt der Sorte Holfior, die in den Ansaaten MB und MC enthalten war, eine klare Überlegenheit gewinnen und sie bis zum Juli dieses Jahres mit 60–65 % Bestandsanteil behaupten.

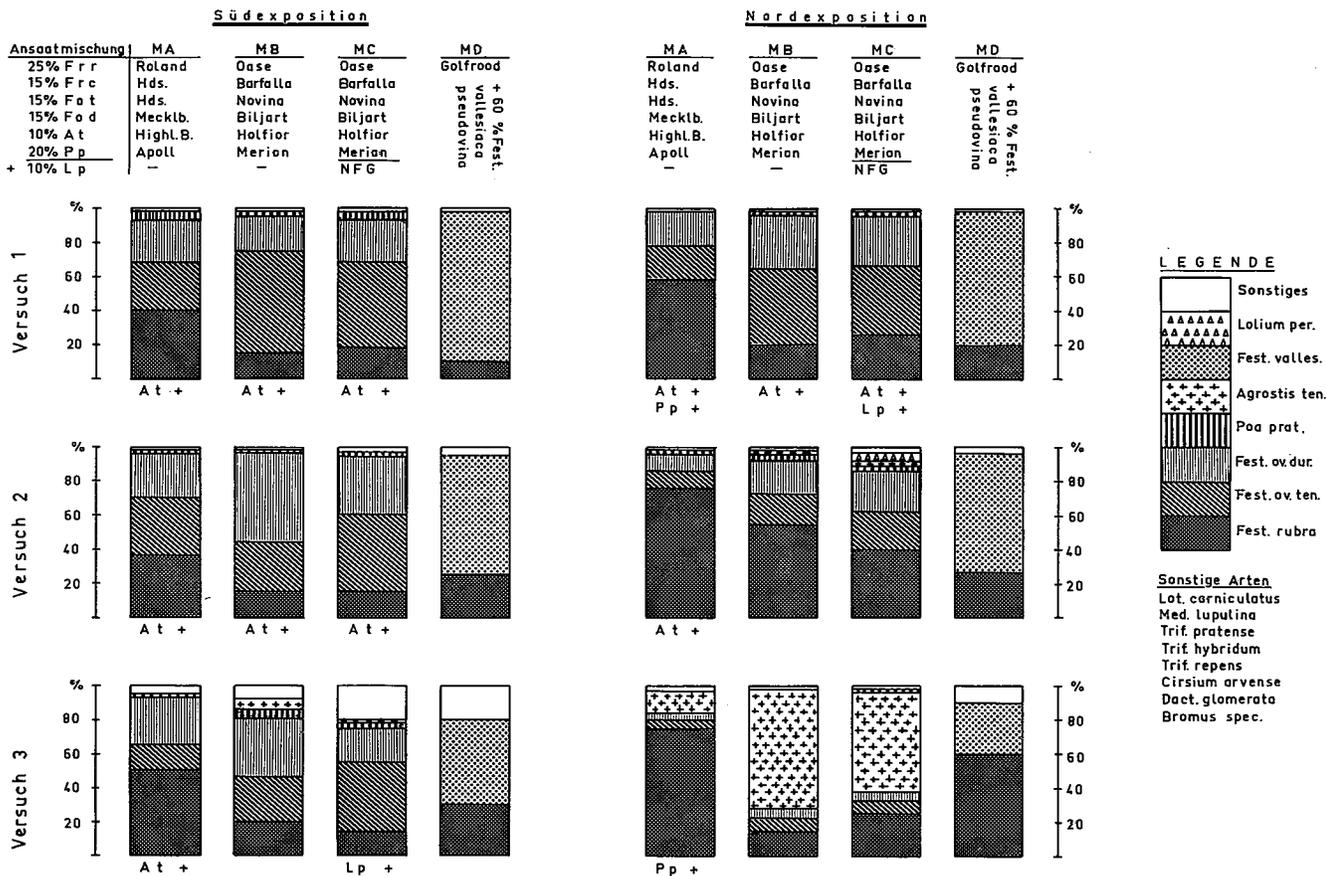
Diesen Konkurrenzeffekt bewirkte Highland Bent am gleichen Standort in der Ansaat MA nicht, so daß sich dort aus der gleichen Artenzusammensetzung heraus eine deutliche Dominanz an Festuca rubra herausgebildet hat.

Dies gilt als ein erneutes Beispiel für die verschiedenartige Ausprägung von Ansaaten gleicher Artenzusammensetzung, wenn in ihnen die genetische Grundlage, also die Sorte, wechselt.

Poa pratensis ist in den Beständen, unabhängig von der Mischung, derzeit noch mit 1 bis 5 % vertreten, der anfänglich hohe Anteil an Lolium perenne von Ansaat MC hat sich dagegen mit einer Ausnahme, einem Bestandsanteil von 6 %, bis auf Spuren reduziert.

Bei der auf den meisten Standorten vorherrschenden Dominanz an Festuca bestehen zwischen den Festuca-Gräsern allerdings beträchtliche Anteilsunterschiede. So nimmt bei Mischung MA Festuca rubra an der Südexposition etwa ein Drittel bis zur Hälfte des Bestandsanteils der Festuca-Arten ein, konnte an der Nordexposition in dieser Mischung aber ein klares Übergewicht erlangen, während bei den Ansaaten MB und MC, besonders bei südexponierter Lage, stets die beiden Unterarten von Festuca ovina dominieren. Weitere Unterschiede deuten sich innerhalb der Arten an, indem bei Mischung A der ausläufertreibende Rotschwingel stärker als Horstrotschwingel vertreten zu sein scheint, während bei Festuca ovina im Mittel aller Ansaaten bisher Festuca ovina tenuifolia, selbst auf den Kalkstandorten, überwiegt.

Bei der Ansaat MD dominiert schließlich, mit Ausnahme der Nordböschung des 3. Versuches, eindeutig Festuca vallesiaca pseudovina. Dieses Gras erreichte an beiden Böschungen der Extremstandorte 1 und 2 Bestandsanteile von 70 bis 80 %. Wenn es auf der Nordexposition des 3. Versuches von Festuca rubra-Golfrood zurückgedrängt wurde und außerdem in einem größeren Umfang Fremdarten eindringen ließ, dann ist dies ein Hinweis auf ein geringeres Konkurrenzvermögen



unter günstigeren Standortverhältnissen. Denn *Festuca vallisaiaca pseudovina* ist ein hervorragendes Gras besonders zur Begrünung schwieriger Flächen. – Bei den eingewanderten Fremdarten handelt es sich in erster Linie um *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Dactylis glomerata* und *Bromus*-Species, die überwiegend aus angrenzenden Ansaaten stammen.

Vergleichen wir diese bestandsanalytischen Ergebnisse mit den ersten Resultaten der Versuche im Koblenzer und Nürnberger Raum, so stellen wir folgende Parallelen fest:

1. *Poa pratensis* ist in allen Versuchen, nach anfänglich guter Entwicklung, nur noch in geringen Anteilen oder nicht mehr vorhanden.
2. Die Anteile an *Lolium perenne* haben sich, nach zunächst starker Ausweitung, bis auf 50 bzw. 80%, bereits beträchtlich reduziert, so daß im Sommer 1973 nur noch Anteile von maximal 15% ermittelt werden konnten.
3. Der Anteil an *Agrostis tenuis* liegt bei den Koblenzer Versuchen zwischen 6 und 26%, im Mittel bei 12%. Dabei ist der Prozentsatz an *Agrostis tenuis* sowohl an der Ostexposition als auch in den Ansaaten MB und MC mit *Agrostis tenuis*-Holfior im allgemeinen höher. Demgegenüber beträgt der *Agrostis*-Anteil an der BAB Nürnberg-Ansbach auf Sandsteinverwitterung 15 bis 35%, im Mittel 25%.

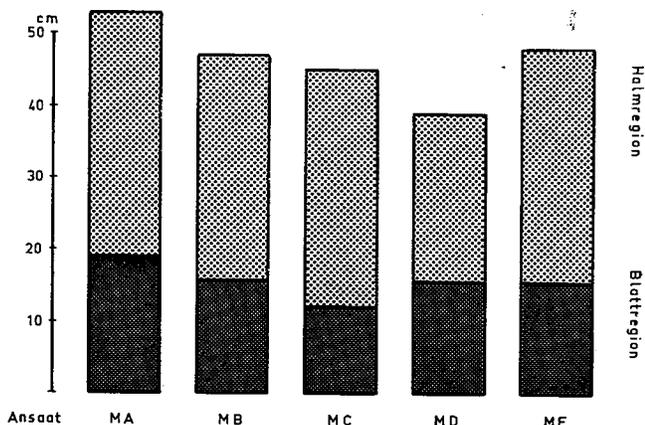
Abweichungen gegenüber den extremen Kalkböschungen der BAB Kassel – Ruhrgebiet bestehen dagegen insofern, als **alle** Standorte und **alle** Expositionen im Raum Koblenz und Nürnberg eine deutliche Dominanz an *Festuca rubra* aufweisen. Die durchschnittlichen Bestandsanteile liegen bei 75 bzw. 55%.

Innerhalb der Art *Festuca rubra* scheint die ausläufertreibende Unterart, zumindest in den Ansaaten MA und ME, wenn auch mit wechselnden Anteilsverhältnissen, auch dort stärker vertreten zu sein, während bei *Festuca ovina* die Unterart „*tenuifolia*“ wiederum höhere Anteile als *Festuca ovina duriuscula* einnimmt.

3. Halmzahl und Aufwuchshöhe

Wie frühere Untersuchungen an umfangreichen Sortimenten von Reinsaaten ergeben haben, bestehen hinsichtlich Halm- und Blattlänge teilweise beträchtliche Sortenunterschiede. Extreme Verhältnisse, im vorliegenden Fall Trockenheit, wirken sich jedoch egalierend aus, so daß bei der Versuchsreihe an Autobahnböschungen zwar insgesamt mischungsbedingte Abweichungen, nicht aber sichere Differenzen von Versuch zu Versuch eintraten. Sie ergaben sich auch bei der Halmzahl nicht, da ungünstige Wachstumsbedingungen die Halmbildung hemmen. Dadurch kann trotz größerer Halmhöhe infolge geringer Halmzahl ein über der Blattregion lockeres, durchsichtiges, nicht störendes Bestandsgefüge entstehen, wie dies besonders von älteren Beständen mit Dominanz an *Festuca rubra* bekannt ist.

Darst. 4: Wuchshöhe der Begrünungsansaat – 1973
(im Mittel aller Versuche)



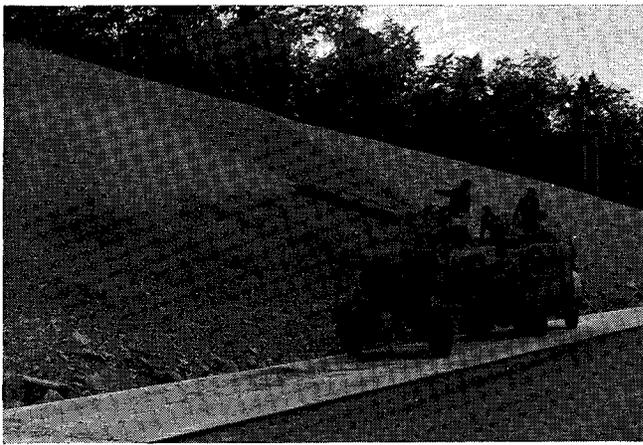


Bild 6: Maschinelle Aufbringung einer Mulchdecke

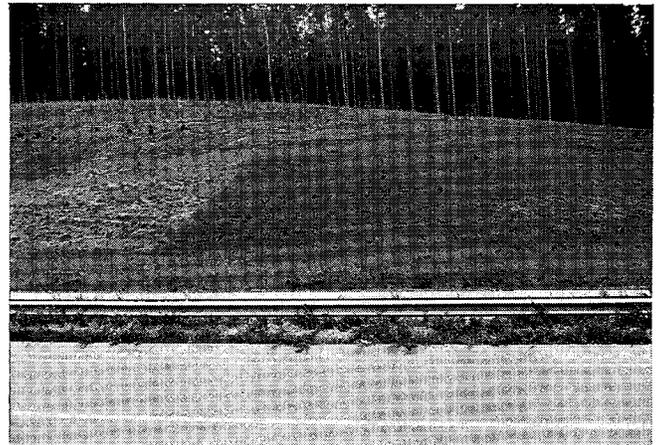


Bild 8: Versuchsstandort 3 – Wrexen, NNO-Böschung 1 Jahr nach der Ansaat

Die Halmzahl schwankte 1972 im Mittel aller Versuche zwischen 1 und 2 je dm^2 , wobei signifikant geringere Abweichungen nur bei der Ansaat mit *Festuca vallesiaca pseudovina* (MD) festzustellen waren.

Ebenso wie bei der Halmzahl war auch bei den zuletzt im Juli 1973 vorgenommenen Messungen der Halmlänge und der Höhe des Blattdaches die Streuung der Einzelwerte auf den ohne Wiederholung angelegten Großparzellen beträchtlich. Ein vergleichbarer Eindruck läßt sich deshalb nur im Gesamtmittel aller Ansaaten gewinnen. Dann weist die aus Futterarten und Handelssaaten bestehende Ansaat MA die größte, die Mischung MD mit *Festuca vallesiaca pseudovina* die geringste Halm- und Blattlänge auf. Ihr steht die Ansaat mit *Lolium perenne* am nächsten, was auf die bei dieser Ansaat vorausgegangenen Konkurrenzwirkungen zurückzuführen sein dürfte (Darst. 4). Doch können, mit Unterstützung der wirksam gewesenen Witterung, bisher alle Ansaaten als pflegearm gelten.

4. Schlußfolgerungen

Aus dem zurückliegenden Versuchsablauf der ökologischen Versuchsreihe mit pflegearmen Ansaaten geht in Übereinstimmung mit den unter anderen schwierigen Bedingungen durchgeführten Begrünungsversuchen zunächst die überragende Bedeutung von *Festuca rubra* für extreme Standorte hervor. Unter extrem wird **schwer begrünbar** bzw. **vegetationsunfreundlich** verstanden, und zwar infolge standörtlicher Verhältnisse wie Boden oder Ausgangsgestein, Niederschlag, Sonneneinstrahlung sowie Exposition und Neigung.

Unter den besonders schwierigen Bedingungen südexponierter Trockenböschungen scheinen nach den bisherigen Ergebnissen jedoch nur robuste Sorten von *Festuca rubra*, insbesondere solche des 56-chromosomigen Ausläufertyps, ihre

Bild 7: Manuelle Aufbringung einer Mulchdecke



landschaftsbauliche Funktion durch Schaffung eines hinreichenden Deckungsgrades zu erfüllen, da Ausläuferbildung **und** Bestockung bessere Möglichkeiten zur Regeneration als Bestockung allein, wie bei *Festuca rubra*-horstbildend und *Festuca ovina*, bieten.

Allerdings war die Ausläuferbildung von *Festuca rubra rubra* im bisherigen Versuchsablauf noch durch das infolge Trokkenheit verhärtete Gestein, Geröll bzw. geologische Material eingeschränkt. *Festuca ovina* kam nur auf den extremen Kalkböschungen stärker zur Geltung und dort besonders dann, wenn eine konkurrenzstarke Sorte von *Festuca rubra rubra* fehlte. Dabei erwies sich *Festuca ovina tenuifolia*, das nach seiner natürlichen Verbreitung basenarmen Standorten zugerechnet wird und in anderen Versuchen unter extrem sauren Bedingungen als einziger Mischungspartner im Bestand verblieb, als unerwartet anpassungsfähig.

Poa pratensis und *Agrostis tenuis* entwickelten im Jungpflanzenbestand, dank der günstigen Ansaatbedingungen, relativ hohe Anteile, doch ging *Poa pratensis* später an allen Standorten und Expositionen bis auf geringe Prozentsätze zurück, während *Agrostis tenuis* bisher nur unter etwas weniger extremen Bedingungen, wie rascher verwitterbarem Gestein, flacherer Böschung, höheren Niederschlägen und besonders an der Nordexposition größere, zum Teil nennenswerte Bestandsanteile beibehalten konnte. Unter extrem schwierigen Verhältnissen ist dieses Gras dagegen nur noch in Spuren aufzufinden.

Lolium perenne hat die ihm zugeordnete Funktion nicht erfüllt, da es die eigentlichen Begrünungsgräser in ihrer Entwicklung zu stark hemmt, ohne zu einer Erhöhung des Deckungsgrades beizutragen.

Angesichts dieser Aussagen ergibt sich abschließend die Frage, inwieweit Mischungen für Begrünungsansaaten auf eine sehr schmale, der zu erwartenden Dominanzausbildung entsprechende Artenbasis gestellt werden können oder ob eine breitere Artenzahl als Grundstock des künftigen Bestandes vorzuziehen ist. Bei der im Mittel aller Versuche eindeutigen Dominanz von *Festuca rubra* hieße dies **entweder** eine Ansaat nur aus *Festuca rubra rubra* und *Festuca rubra commutata* **oder** aus beiden Unterarten von *Festuca rubra* zuzüglich *Festuca ovina*, *Agrostis tenuis* und *Poa pratensis* vorzunehmen.

Sicher kann man bei extremen Trockenstandorten nicht auf *Festuca ovina* verzichten, auch wenn Sorten des robusten, weitreichend wurzelnden Ausläufertyps von *Festuca rubra* gewählt werden, – und sicher werden für spezielle Fälle auch immer spezielle Ansaaten erforderlich sein. Deshalb ist der Ansaatwert von *Agrostis* auf Trockenböschungen anzuzweifeln, während diesem Gras auf weniger extremen, doch nur geringfügig feuchteren Standorten, selbst wenn es sich lediglich um längere Tau- und geringere Sonneneinstrahlung handelt, schon eine größere Bedeutung, dann vor allem als

Barriere gegen das Eindringen hochwachsender Arten, zukommt.

Andererseits erscheint *Poa pratensis* für Böschungen kaum interessant, sollte auf Mittelstreifen und Banketten aber nicht in der Ansaat fehlen.

Damit gelangen wir zu der Frage, ob, von Extremfällen besonderer Art abgesehen, letztlich eine anpassungsfähige Mehrartenmischung, die die Situationen an Böschungen, Mittelstreifen und Banketten einschließt, mit einem Hauptanteil an *Festuca rubra*, und besonders *Festuca rubra rubra*, daneben mit *Festuca ovina* und geringeren Anteilen an *Agrostis* und *Poa pratensis* für die Mehrzahl der Begrünungsfälle an Straßen und Autobahnen nicht einen größeren Sicherheitsfaktor als eine Ein- oder Zweiartenmischung darstellt, zumal der Einfluß der Witterungsverhältnisse wechselt. Eine derartige Standardmischung, die man der natürlichen Sukzession überläßt, kann durch verschiedene Wahl von Unterarten und Sorten eine nicht unbedeutende Modifikation, auch hinsichtlich der Wuchshöhe, erlangen, wenn auf extremen Standorten z. B. *Festuca rubra* in Gestalt des 56-chromosomigen Ausläu-

fertyps und auf etwas weniger schwierigen Standorten der kurzausläufertreibende Rotschwingel gewählt wird.

Um hier eine Antwort zu finden, die allerdings auch aus der praktischen Sicht der Straßenbauverwaltung getroffen werden muß, sind über das mitgeteilte Zwischenergebnis hinaus weitere Versuchsjahre, ferner aber auch weitere Versuchsanlagen an feuchten Standorten notwendig.

Bedauert wird abschließend, daß Saatgut von *Festuca vallesiaca pseudovina* gegenwärtig nicht zur Verfügung steht. Dieses anspruchslose Gras, das Hitze- und Trockenperioden durch Sommerruhe überwindet, würde die Möglichkeit einer erfolgreichen, kurzbleibenden Dauerbegrünung extremer Trockenböschungen bieten.

Wie es die Ergebnisse dieser ökologischen Versuchsreihe sowie von Versuchen mit verschiedenen Ansatzzusammenstellungen mit *Festuca vallesiaca pseudovina* auf dem Rasenversuchsfeld Leihgestern bei Gießen zeigen, kommt für dieses Gras eine Monokultur oder ein einfaches Gemisch mit einer anderen schwachwüchsigen Schwingelart jedoch durchaus in Betracht, während die üblichen Sorten von *Festuca rubra rubra* bereits unterdrückend wirken.

Zusammenfassung

Es wird über Versuche mit pflegearmen Rasen an Bundesautobahnen berichtet. Dazu wurden 4 Ansaatmischungen an 8 erheblich voneinander abweichenden Standorten ausgesät.

Es erfolgt eine Charakterisierung der zum Teil extrem trockenen Versuchsstandorte (Böschungseinschnitte) sowie der Witterung, soweit sie für die Auswertung der ältesten Versuchsanlagen von Bedeutung ist. Die Vorbereitung der Ansaatflächen, die Durchführung der Ansaat und die nachfolgenden Pflegemaßnahmen werden beschrieben.

Die Auswertung der Versuchsanlagen an der BAB Kassel–Dortmund erstreckt sich in erster Linie auf die Entwicklung der bodenschützenden Pflanzendecke hinsichtlich Deckungsgrad und botanischer Zusammensetzung. Hier handelt es sich um 2 extreme Muschelkalkstandorte und einen Versuch auf Buntsandstein.

Die Bodenbedeckung ist auf Muschelkalk am geringsten, sie liegt auf der flachen Böschung auf Buntsandstein zwischen 80 und 100%. Die Südexposition weist stets einen geringeren Deckungsgrad als die Nordböschung auf. Auf extrem trockenen Standorten ergaben sich bezüglich der Bodenbedeckung klare Mischungsunterschiede, sie blieben unter etwas günstigeren Bedingungen aus.

Den größten Bestandsanteil nimmt im Mittel aller Versuche *Festuca rubra* ein, *Festuca ovina tenuifolia* vermochte stets höhere Bestandsanteile als *Festuca ovina duriuscula* zu gewinnen, *Agrostis* ist nur unter etwas günstigeren Standortbedingungen und dort besonders an der Nordböschung stärker vertreten. *Poa pratensis* und *Lolium perenne* sind bis auf geringe Prozentsätze bzw. bis auf Spuren zurückgegangen. Auf den extremen Kalkstandorten wurden gute Ergebnisse mit *Festuca vallesiaca pseudovina* erzielt.

Summary

This is an account of experiments carried out along Highways in Western Germany to test turf grasses which require little maintenance only. Four seed mixtures were used for these experiments. The grasses were sown at 8 different locations, all of them varied greatly.

This is followed by a detailed description of the experimental plots on slopes, some of them were extremely dry, and of the weather conditions as far as they were of importance for the evaluation of the oldest experimental fields. Information is also provided on the preparation of the slopes to be sown, the sowing as such and the maintenance measures to follow. The evaluation of the results of these experiments along the BAB Kassel – Dortmund covered mainly the development of the plant cover protecting the soil, in particular to which extent it was actually covered and the botanical composition. Two of these experiments were carried out on extreme shell-lime slopes and one on red sandstone soil.

The plant cover proved to be most meager on the shell-lime soils, whereas on the gradual slopes on the variegated sand stone soils it fluctuated between 80 and 100 per cent. The southern slope was always less covered than the northern slope. Extremely dry locations revealed obvious differences between mixtures, but this was not the case under somewhat more favourable conditions.

In the experiments *Festuca rubra* represented, on the average, the highest proportion amongst the grasses, and *Festuca ovina tenuifolia* succeeded in acquiring higher proportions than *Festuca ovina duriuscula*. *Agrostis*, however, appeared more frequently only when conditions were more favourable and on northern slopes. *Poa pratensis* and *Lolium perenne* disappeared nearly entirely, except for small percentages or traces. On the extreme shell-lime slopes *Festuca vallesiaca pseudovina* provided good results.

2. Internationaler Rasenkongreß in den USA

P. Boeker, Bonn

Auf der 1. International Turfgrass Research Conference, die im Jahre 1969 mit großem Erfolg in Harrogate, England, stattgefunden hatte, war beschlossen worden, diese Art von Veranstaltung, die dem gegenseitigen Austausch von Erfahrungen dienen soll, in vierjährigem Abstand fortzusetzen. Es wurde festgelegt, wegen der Bedeutung, die die Rasenforschung in diesem Lande schon erlangt hatte, die 2. International Turfgrass Research Conference im Jahre 1973 in den USA durchzuführen. Die Vorbereitung dazu oblag einem Executive Committee, dem neben 3 Amerikanern je ein Deutscher, Engländer, Kanadier und Niederländer angehörten; die örtliche Vorbereitung in den USA selbst hatte eine größere Gruppe verschiedener Fachleute übernommen.

Der Ablauf des 2. Internationalen Rasenkongresses 1973 war in drei Abschnitte gegliedert. Je eine Reise vor und nach den eigentlichen Kongreßverhandlungen diente dazu, den Teilnehmern und hiervon insbesondere den nicht in den USA beheimateten einen Einblick in die amerikanische Rasenverhältnisse und die amerikanische Rasenforschung zu geben, soweit das in Anbetracht der Größe des Landes und der Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit möglich war. Die erste Reise fand vom 12. bis 18. Juni 1973 statt. Sie begann in Boston und endete in Blacksburg, Virginia, dem Ort der Kongreßverhandlungen. Sie führte entlang der Ostküste der USA vom südlichen Rand des gemäßigten Klimagebiets bis an den nördlichen Rand des tropischen. Die zweite Reise vom 22. bis 27. Juni vermittelte einen Eindruck von den ehemaligen großen Steppengebieten des Landesinneren in den Staaten Ohio, Indiana und Michigan, die heute einer sehr intensiven landwirtschaftlichen Nutzung unterliegen. Wegen der oft sehr wechselhaften Witterung sind hier die Wachstumsbedingungen oft schwierig. Über beide Reisen wird gesondert berichtet.

Die Kongreßverhandlungen fanden vom 18. bis 21. Juni 1973 in der Staatsuniversität von Virginia in Blacksburg statt. Der Ort liegt etwa 200 km von der Ostküste entfernt am Rande

der Appalachen. An dem Kongreß nahmen rund 200 Personen teil, die aus 15 Ländern kamen, die meisten naturgemäß aus den USA. Die weiteren hier vertretenen Länder waren: Australien, Belgien, Bundesrepublik Deutschland, Dänemark, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Japan, Kanada, Niederlande, Neuseeland, Österreich, Schweden und die Schweiz. Einzige Kongreßsprache war Englisch. Alle Teilnehmer konnten in einem großen, hotelähnlichen Schulungszentrum der Universität untergebracht werden, Zentren, wie sie anscheinend den amerikanischen Universitäten für die Fortbildung ihrer Absolventen zumeist angeschlossen sind. Die Vorträge mit den anschließenden Diskussionen werden von der Agronomy Society der USA veröffentlicht werden. Der Bericht wird in etwa einem Jahr erscheinen.

Am Ende der Tagung wurde die Satzung der International Turfgrass Society, die nach der ersten Konferenz nur provisorisch erstellt worden war, endgültig verabschiedet. Mitglieder können alle in der Rasenforschung tätigen oder an ihr interessierten Personen, aber auch Organisationen werden. Alle Teilnehmer an den beiden bisherigen Kongressen sind automatisch auch Mitglieder der Gesellschaft geworden. Die Mitgliedschaft ist beitragsfrei, da die Kosten für die Vorbereitung der alle 4 Jahre zu veranstaltenden Kongresse von dem einladenden Land bzw. der betr. Organisation zu tragen sind, die diese wiederum als Teilnehmerbeitrag erheben kann.

Zum Abschluß des Kongresses wurde die Leitung der Turfgrass Society für die nächsten 4 Jahre gewählt. Präsident wurde Professor Dr. P. BOEKER, Deutschland, Vizepräsident Herr J. P. VAN DER HORST, Niederlande, Sekretär Herr Fred B. LEDEBOUR, USA. Zu weiteren Vorstandsmitgliedern (Officers) wurden gewählt: K. EHARA, Japan, R. ENGEL, USA, A. C. FERGUSON, Kanada, R. L. MORRIS, England und Dr. W. SKIRDE, Deutschland. Die nächste, 3. International Turfgrass Research Conference wird im Jahre 1977 in der Bundesrepublik Deutschland stattfinden. Zeit und Ort müssen aber noch festgelegt werden.

Reiseeindrücke von der amerikanischen Rasenforschung

P. Boeker, Bonn

A. Reise von Boston bis in den Staat Virginia

Boston liegt geographisch etwa auf dem gleichen Breitengrad wie Rom. Im Sommer herrschen hier wegen hoher Einstrahlung daher hohe Temperaturen, die allerdings oft mit großer Luftfeuchtigkeit verbunden sind. Die Jahresniederschläge liegen über 1000 mm. Im Winter gehen die Temperaturen aber auch bis minus 10 Grad herunter, so daß die Landschaft auch einige Zeit mit Schnee bedeckt sein kann. Es herrscht also ein recht wechselhaftes Klima, der Witterungsablauf begünstigt hier wie auch weiter südlich an der Ostküste das Aufkommen vieler Pilzkrankheiten auf den Rasenflächen.

Als erstes Objekt wurde in Boston im Fenwake Park ein großes Baseball-Stadion besichtigt, das von einer Berufsspieler-Mannschaft genutzt wird, die zur amerikanischen Liga gehört. Die Grasnarbe war vor 3 Jahren aus Rasensoden erstellt worden und befand sich in einem sehr gutem Zustand. Sie bestand zu 95–98% aus *Poa pratensis*, den Rest bildeten *Poa annua* mit etwas *Poa trivialis*. Schäden wurden durch Auslegen von Soden oder auch durch die Nachsaat kleiner Stellen beseitigt. Der Boden war gut durchlässig, es war ein sandiger Lehm bis lehmiger Sand mit viel Humus. Um Vernässung zu verhindern bzw. wieder zu beheben,

wurde laufend ein ausgeglühter Kalziumton aufgebracht, ein Verfahren der Bodenverbesserung, das auch an anderen Stellen zu beobachten war. Die Spielsaison ist nur kurz, was den guten Zustand des Sportfeldes erklären mag. Während der Saison arbeiten 5 Personen auf dem Rasenplatz an dessen Pflege. Die Schnitthöhe des Rasens betrug 4,5 cm. Die notwendige Beregnung erfolgte je nach Bedarf bis zu zweimal pro Tag, auf dem Hauptfeld automatisch, auf dem sog. Infield per Hand mit dem Schlauch.

Die weitere Fahrt nach Süden führte durch ein Gebiet, in dem die früher stärker verbreitete Milcherzeugung immer mehr im Rückgang ist. Weit verbreitet ist Niederwald, in dem wegen der Trockenheit im Sommer immer wieder Brände ausbrechen. Einige Farmen in diesem Gebiet haben sich inzwischen auf die Erzeugung von Rasensoden umgestellt. Die Erzeuger in den Neu-England-Staaten haben sich zu einer Gemeinschaft zusammengeschlossen, die Richtlinien für die Sodenherstellung und Verlegung herausgab. Um den Sodenverkauf zu erleichtern, wurden 3 Typen von Soden bestimmter Zusammensetzung geschaffen. Sodentyp 1 enthält 50–100% *Poa pratensis* und 0–50% *Festuca rubra*, er ist für besonnte Rasenflächen bestimmt; Typ 2 enthält 10–25% *Poa pratensis*, 75–90% *Festuca rubra* und 0–10% *Poa*

trivialis, er soll in beschatteten Rasen verlegt werden; für vielseitig genutzte Flächen ist der Typ 3 bestimmt, der aus 80–100 % *Festuca arundinacea*, 0–20 % *Poa pratensis* und 0–20 % *Lolium perenne* zusammengesetzt ist. Mit Ausnahme bei *Poa trivialis* sind bestimmte Sorten für die Herstellung der Soden vorgeschrieben. Bei der Erstellung der Richtlinien arbeitete man mit den Rasenspezialisten der Universitäten von Connecticut, Massachusetts und Rhode Island zusammen.

Die zuletzt genannte Universität in Kingston, der ein ausgedehnter Besuch galt, stellte schon 1880 den ersten Rasenversuch an. Seit 1920 liegen die Rasenversuche auf dem gegenwärtigen Standort am Rande des Universitätskampus, der älteste noch vorhandene Versuch stammt aus dem Jahre 1929. Die Rasenforschung wird im Rahmen des Departments für Pflanzenbau und Bodenkunde betrieben, an ihr sind 11 Wissenschaftler beteiligt, die teils nur in der Forschung, teils daneben aber auch in der Lehre an der Universität und in der Beratung tätig sind. Die Finanzierung erfolgt teilweise durch Beihilfen interessierter Firmen. Jährlich werden sog. Feldtage veranstaltet, an denen die Öffentlichkeit über den Stand der laufenden Versuche unterrichtet wird und zu denen hunderte von Personen erscheinen. Weiterhin wendet man sich mit Flugblättern und kleinen Broschüren an die Raseninteressenten. Soweit festzustellen war, geschieht das in ähnlicher Weise bei mindestens 13 weiteren Universitäten des Landes, auch das Bundeslandwirtschaftsministerium gibt Fachinformationen über Rasenfragen heraus.

Von den zahlreichen Versuchen, die gezeigt wurden, seien nur einige erwähnt. Hier wie an den anderen Universitäten, die besucht wurden, lagen umfangreiche Sortenversuche vor allem mit *Poa pratensis*, *Festuca rubra* und *Agrostis*-Arten, um die für die verschiedenen Wuchsgebiete jeweils besten Sorten herauszufinden. Man befaßt sich auch mit der Züchtung und hat inzwischen einige Sorten für den Markt freigegeben. Bei *Poa pratensis* gibt es einen Gemeinschaftsversuch mit 55 Sorten, der an 19 Orten in den USA angelegt wurde. Düngungsversuche untersuchen die Wirkung verschieden hoher Stickstoffgaben und die Wirkung der zeitlichen Verteilung, einschließlich der Winterdüngung. Hohe Stickstoffgaben förderten die Narbenqualität und trugen zur Verdrängung von *Poa annua* bei. Dieses Gras stellt auch in den USA ein Rasenunkraut dar, mit dessen Bekämpfung man sich an verschiedenen Orten befaßt. Vielfach verwendet man zu seiner Bekämpfung noch Arsenate, die wegen ihrer hohen Giftigkeit in Deutschland glücklicherweise verboten sind. Ein weiteres typisches Rasenunkraut der Ostküste, aber auch des Landesinneren, ist in den gemäßigten Klimazonen das Crabgras, *Cynodon dactylon*, das in den subtropischen und tropischen Gebieten dann aber ein wichtiges Futter- und Rasengras wird. Man versucht mit chemischen Mitteln die Samenkeimung dieses nur einjährigen Grases zu verhindern, ohne aber bisher ein Mittel von durchschlagendem Erfolg gefunden zu haben, das nicht auch die anderen, erwünschten Gräser schädigt. — Für die Ansaaten an Straßenrändern hält man in den Neuengland-Staaten *Festuca rubra* für das beste Gras, daneben verwendet man etwas *Agrostis tenuis*, *Lolium perenne* und *Poa pratensis*. Auf trockenen, armen Böden wird zusätzlich auch *Lotus corniculatus* verwendet; *Poa compressa* gilt als wertlos. In Wuchshemmungsversuchen erwiesen sich die schon länger bekannten Mittel Maleinsäurehydrazid und Chlorflurenol als die bisher immer noch besten Mittel, neuere sind jedoch in der Erprobung. Bei pflanzenphysiologischen Untersuchungen wurde die Assimilationsrate von verschiedenen Rasengräserarten und -sorten mit Hilfe eines Ultrarotadsorptionsschreibers nach Beckman analysiert, desgleichen wurden Versuche mit radioaktiven C^{14} -Isotopen angestellt, wobei festgestellt werden soll, in welche Pflanzenteile und welche Stoffkomponenten sie eingelagert werden. Wegen der Besonderheiten des örtlichen Klimas sind Pilzkrankheiten stark verbreitet u. a. *Helminthosporium*, *Corticium*, *Sclerotinia*; eine Reihe von Versuchen beschäftigen sich mit ihrer Bekämpfung.

Interessant waren erste Versuche mit *Lolium perenne* und *Agrostis tenuis* zur Feststellung der Wurzelentwicklung, bei denen die Wurzeln in einer Hoagland-Nährlösung zwischen einer Glasplatte und einem Glasfaserpapier wuchsen und

daher in ihrer Entwicklung leicht beobachtet werden konnten, allerdings nur für die Dauer weniger Monate.

Im Sportzentrum der Yale Universität in New Haven, Connecticut, wurde das große Stadium, das rd. 50 000 Zuschauer faßt, besucht. Es dient dem Spiel des amerikanischen Football, das dem des Rugby ähnelt. Auch die Grasnarbe dieser Sportfläche war aus Rasensoden erstellt worden, die 1970 bzw. 1971 verlegt worden waren. Das zeigte sich auch deutlich an der Zusammensetzung dieses Rasens. Während die Grasnarbe in der Mitte des Feldes, im älteren Teil aus 60 % *Poa annua* und 40 % *Poa pratensis* neben Spuren von *Lolium perenne* und *Agrostis tenuis* bestand, war die restliche, neuere Fläche aus 50 % *Poa pratensis*, 30 % *Lolium perenne* und 20 % *Poa annua* zusammengesetzt. Als Sorten kamen Merion bei *Poa* und Manhattan bei *Lolium* zur Verwendung. Auch die Nachsaaten an den kleineren Schadstellen erfolgten mit diesen Sorten und zwar in einer Mischung aus 60 % Manhattan und 40 % Merion. Zum schnellen Abtrocknen des Feldes benutzte man auch hier einen gebrannten Kalzium-Ton. Der Rasen machte einen gut gepflegten Eindruck, er wird allerdings auch nur relativ wenig genutzt, da die Spielsaison nur von Ende August bis Mitte November geht.

Wie andere Universitäten besitzt auch die Yale Universität einen eigenen Golfplatz, der am Rande des Ortes in einem leicht welligen, bewaldeten Gelände liegt. Die zwei besichtigten Greens wiesen 60 bzw. 80 % *Agrostis*-Arten und 40 bzw. 20 % *Poa annua* auf. Auf dem dazwischenliegenden Fairway war der *Poa annua*-Anteil mit 75 % noch höher, daneben wurden 15 % *Poa pratensis*, 5 % *Agrostis tenuis* und 5 % *Trifolium repens* festgestellt.

Kurz nördlich von New York liegt der Woodway Country Club bei Darien, Connecticut. Er umfaßt einen Golfplatz mit 18 Löchern, Tennisplätze, Bowlinggreens, einen Schießstand und ein Schwimmbad. An Eintrittsgeld wurden 4000 Dollar gefordert, der Jahresbeitrag für die golfspielenden Mitglieder betrug 1000 Dollar. Andere Klubs mit weniger aufwendigen Anlagen sind jedoch erheblich billiger; der teuerste, von dem zu hören war, forderte jedoch 12 000 Dollar Eintrittsgeld und 8000 Dollar Jahresbeitrag, er hat aber auch nur rd. 100 Mitglieder auf einem Platz mit 27 Löchern. Die sehr gepflegten Greens, von denen 2 besonders analysiert wurden, setzten sich aus 80 bzw. 85 % *Agrostis*-Arten und 20 bzw. 15 % *Poa annua* zusammen, die Fairways aus 50 % *Agrostis* und 50 % *Poa annua*. Für die 300 Mitglieder, die Golf spielen, waren 50 elektrisch betriebene Golftrucks vorhanden. Die Mehrzahl der Mitglieder wandert also nicht mehr ihren Bällen nach, sondern fährt zur Beschleunigung des Spielablaufs von Loch zu Loch. Es soll schon einige Golfplätze geben, auf denen die Benutzung der Trucks vorgeschrieben ist. An ständigem Personal für die Pflege des Golfplatzes waren 8 Personen eingesetzt.

Die Rasentennisplätze des Seabright Lawn Tennis and Cricket Club in Rumson, New Jersey, südlich New York gelegen, machten einen sehr gepflegten Eindruck. Ihre Grasnarben sahen besser aus als die viel gerühmten in Wimbledon, England, die beim ersten Kongreß 1969 besucht worden waren, obwohl sie offensichtlich stark genutzt werden. Es sind jedoch wie üblich und notwendig neben 14 Rasenplätzen auch 15 Hartplätze vorhanden, die einen Kunststoffbelag aufwiesen. Auf 2 Jahre alten Plätzen zeigte sich, daß die Sorte Penncross besser als Seaside für die Tennisplätze geeignet ist. Auf den Vergleichsflächen betrug der Bestandsanteil 85 % gegenüber 65 % bei Seaside, der Rest wurde in beiden Fällen von *Poa annua* eingenommen. Die Beispielbarkeit von Penncross gilt als besser, da der Platz härter ist. Auf den großen alten Tennisflächen waren die Narben je zur Hälfte aus *Agrostis* und *Poa annua* zusammengesetzt. Deutliche Fehlstellen oder Anhäufungen von *Poa annua* an den Abschlagstellen, die allerdings laufend gewechselt wurden, waren nicht zu erkennen. Dort, wo zur Kennzeichnung der Linien dauernd Kalk gestreut worden war, hatten sich wegen der Erhöhung des pH-Wertes Reinbestände von *Poa annua* entwickelt. Neben anderen Pilzkrankheiten ist vor allem Dollarspot (*Sclerotinia*) von Bedeutung, die mehrmals im Jahr bekämpft werden muß. Auch die bisher erfolgreich nicht zu bekämpfenden Hexenringe waren zu beobachten.

Die Landwirtschaftliche Versuchsstation der Universität von New Jersey zeigte an zwei Stellen ausgedehnte Rasenversuche. Auf einem Versuchsbetrieb in Adelphia lagen vor allem ausgedehnte Zuchtfelder für *Poa pratensis* und *Festuca rubra*, weiterhin ausgedehnte Versuche mit Begrünungen für Straßenränder, und zwar als Reinsaaten und als Mischungen. Am besten scheinen Reinsaaten von *Festuca rubra* zu sein. Mischungen von diesem Gras mit *Poa pratensis*, das aber zumeist nicht durchhält, werden aber trotzdem empfohlen, da letzteres vereinzelt auf fruchtbaren Böden begünstigt ist. Die amtlich bevorzugte Mischung in New Jersey besteht dagegen zur Hauptsache aus *Festuca arundinacea* K 31 und geringen Anteilen von *Festuca rubra*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis* und *Agrostis tenuis*, wahrscheinlich wegen ihrer Billigkeit. An den Hauptstraßen (Tollroads) wird 10 mal im Jahr gemäht, auf anderen Straßen 4–6 mal, angestrebt wird, gar nicht mehr zu mähen oder die Mahd auf ein Minimum einzuschränken. Die Mahdkosten betragen 100–120 Dollar je acre, d. h. etwa 250–300 DM/ha. Vereinzelt werden an den Straßenrändern auch die Kronenwicke (*Coronilla varia*) und die Waldplatterbse (*Lathyrus silvestre*) ausgesät, um Blüten an die Straßenränder zu bringen. Da dies jedoch zum Pflücken anreizen kann, stellt es eine zu vermeidende Gefahr für den Verkehr dar.

Im Universitätsgelände in New Brunswick lagen weitere umfangreiche Rasenversuche, die von einer größeren Zahl von Wissenschaftlern betreut wurden. Wegen der schon südlicheren Lage waren hier die ersten Versuche mit dem tropischen Gras *Zoysia japonica* zu sehen, ein relativ grobes Gras, das sehr anspruchslos ist. In New Brunswick blieb es aber wegen der Kälteempfindlichkeit 6 Monate im Jahr braun, war hier also ungeeignet. Auf den Sortenversuchen war eine große Anzahl von neuen Stämmen von *Poa pratensis* und *Festuca rubra* aus den eigenen Zuchtarbeiten zu sehen. Die in den USA sehr geschätzte *Lolium*-Sorte Manhattan, die bald wohl auch in Deutschland zugelassen wird, ist in New Jersey gezüchtet worden. Der Streifenrost ist die wichtigste Krankheit bei *Poa pratensis* nach dem Dollarspot. Die Infektion erfolgt über den Boden, in den die systemischen Fungizide zur Bekämpfung möglichst schon im Herbst eingeschwenkt werden müssen. Eine Voraussage für eine notwendige Spritzung ist bisher schwierig. Besonders wird die Sorte Merion davon befallen. Hierdurch ergeben sich Schwierigkeiten bei der Sodenerzeugung, in der sie stark verwendet wird, so daß ihre Verwendung möglicherweise hierfür zurückgehen wird.

In Washington wurde auf dem Militärfriedhof die Art der Rasenpflege zwischen den Gräbern, die weitgehend mechanisiert ist, demonstriert. In der Nähe des Kennedy-Memorials setzte sich der Rasen aus 60% *Poa pratensis*, 20% *Festuca rubra* und als Unkrautgras 20% *Cynodon dactylon* zusammen. Letzteres stirbt im September ab, wenn es kälter wird. Wegen der größeren Trockenheit spielt *Poa annua* in diesem Gebiet keine größere Rolle mehr. Die Rasen in Arlington werden aus Rasensoden erstellt, die im untersuchten Fall anscheinend aus Wiesenrispe und Rotschwengel bestanden. Sonst bestanden die Rasen in Washington zumeist aus Soden, die aus *Festuca arundinacea* zusammengesetzt waren, auch der Rasen um das Weiße Haus. In dem Gebiet von Washington und südlich davon wird die Wiesenrispe stark von *Fusarium roseum* befallen und bis zum Absterben geschädigt, so daß man in neuerer Zeit statt der Soden aus *Poa pratensis* solche aus Rohrschwengel verwendet. Im Schatten von Bäumen, wo der Rasen stärker bewässert wurde, war er vor dem Capitol aber fast ein Reinbestand von *Poa annua* (90%) geworden, *Poa pratensis* machte nur 10% des Bestandes aus.

Auch für Sportflächen benutzt man in diesem Raum Soden aus *Festuca arundinacea*, die noch 10–15% *Poa pratensis* enthalten. Das zeigte ein Besuch auf einem neuen Footballplatz des Redskin Clubs am Westrand der Stadt Washington, der vor 18 Monaten auf einer Waldrodung angelegt worden war. Bei Schnitt auf 5 cm wird der Rohrschwengel, bei einem solchen auf 3 cm die Wiesenrispe begünstigt. Die Nutzung des Fußballfeldes erfolgt nur vom 30. August bis 30. Januar, in 25 Wochen finden auf ihm nur 25 Spiele statt. Da-

nach ist aber die Mitte des Spielfeldes mehr oder weniger kahl geworden, so daß neue Soden verlegt werden müssen. Der Rest wird dann mit Rohrschwengel und etwas Wiesenrispe nachgesät (9 : 1).

In dem Klubgelände befand sich auch eine Kunstrasenfläche aus Astroturf der Firma Monsanto. Die Oberfläche war wegen des besseren Regenabflusses leicht gewölbt. Da es über Nacht geregnet hatte, war gut zu sehen, daß sich das Wasser am Rande gesammelt hatte und beim Darübergehen aufspritzte. Die Nutzung dieser Fläche erforderte ein besonderes Verhalten der Spieler. Wegen der erhöhten Verletzungsgefahr beim Fallen und der damit verbundenen Gefahr von Infektionen, mieden sie diese Fläche und nutzten sie nur im Notfall. 90 Prozent der Spiele fanden daher auf dem Naturrasen statt. Die Anlagekosten für die Fläche betragen 500 000 Dollar.

Der Staat Virginia, der anschließend besucht wurde, war früher ein Milcherzeugungsgebiet. Heute dient das Grünland der Aufzucht von Mastrindern, die im Cornbelt des Landesinneren ausgemästet werden. Von großer Bedeutung ist aber auch heute noch die Zucht von Vollblutpferden. Zurückgegangen ist die Samenerzeugung von *Dactylis glomerata*. Wegen der südlicheren Lage besteht die Straßenbegrünung weitgehend aus Reinbeständen von *Festuca arundinacea*.

Von großer Bedeutung ist in diesem Staat wie dem nördlich anschließenden Maryland die Erzeugung von Rasensoden, die in die großen Industriestädte an der Küste geliefert werden. Seit dem Jahre 1966 schon gibt es in Virginia ein besonderes Gesetz, das die Erzeugung von Soden regelt und besondere Qualitätsanforderungen stellt. Es wurde 1972 ergänzt und ist in gleicher Form vom Staat Maryland übernommen worden. Die Erzeuger sind in der Virginia Cultivated Turfgrass Association zusammengeschlossen, die ein besonderes Markenzeichen führen. Die Qualität der Soden wird durch die Virginia Crop Improvement Association überwacht, die nummerierte Zertifikate für die feldanerkannten Soden vergibt. Der Umsatz der Sodenindustrie in Virginia wird auf 125 Mill. Dollar geschätzt. 500 Mill. acres Rasenflächen stehen 5 Mill. Acres an Flächen für die Sodenerzeugung gegenüber.

Eine frühere Milchviehfarm von Jack Kidwell in Culpeper dient heute der Sodenerzeugung auf rd. 200 Hektar. In Zusammenarbeit mit der Universität von Virginia in Blacksburg wurden auch verschiedene Versuche durchgeführt, die zumeist der Prüfung von für die Sodenerstellung geeigneten Sorten und Mischungen dienen. Ferner wurde mit einer besonderen Einrichtung die Durchwurzelungskraft der verschiedenen Sorten geprüft, in dem gemessen wurde, mit welcher Kraft ein Sodensegment bestimmter Größe aus dem Boden gezogen werden konnte. Der Kapitaleinsatz für den notwendigen Maschinenpark war sehr hoch. Er umfaßte Maschinen für die Ansaat, Pflege und Ernte der Soden, sowie Lastwagen für deren Abtransport.

Noch weiter südlich in der historisch interessanten Stadt Williamsburg traten in den öffentlichen Rasen *Cynodon dactylon* und *Paspalum dilatatum* schon stark hervor. Der große, hier liegende Golden Horse Shoe Club wies einen Golfplatz mit 72 Löchern auf. Er liegt schon in der Übergangszone, wo auch schon *Cynodon dactylon* ein wichtiges Gras für diese Plätze wird, so daß die Fairways mit ihm übersät werden. Auf einem Tee trat als Unkraut *Cyperus rotundus* (20%) neben *Agrostis tenuis* (80%) auf. Auf einem Green setzte sich der Bestand aus 50% *Agrostis*-Arten, 40% *Cynodon dactylon* und 10% *Poa annua* zusammen, ein anderer bestand aus 80% *Agrostis*-Arten und 20% *Poa annua*. Der geringe Anteil an *Poa annua* beruht auf der großen Sommer-trockenheit in diesem Gebiet, die sie zum Absterben bringt. Auch auf einem neu angesäten Bowlinggreen war der Anteil an *Poa annua* mit 15% recht gering, *Agrostis palustris* Penn-cross machte den Rest des Bestandes aus. Für die kühlere Winterzeit werden die Greens mit Gräsern der gemäßigten Zonen nachgesät, um hier einen grünen Bestand zu behalten. Beliebte Einsaaten von *Lolium perenne*, Manhattan und Pennfine sowie *Festuca rubra* Dawson und Jamestown. Ein Besuch in den Parkanlagen der Stadt Newport News gab einen Einblick in die Probleme des öffentlichen Grüns. Es besteht in den Anlagen die Möglichkeit zum Reiten, Fischen, Bootfahren, Tennisspielen, Bogenschießen, Golfspie-

len usw. Eine Runde Golf kostet 4 Dollar, im Jahr werden 62 000 Spiele absolviert, so daß ein beträchtlicher Überschuß bleibt. Es sind 2 Plätze mit 18 und 2 mit 9 Löchern vorhanden. Eines der besichtigten Greens setzte sich aus 95 % *Agrostis Penncross* und nur 5 % *Poa annua* zusammen. Mit einem Charterflug von Richmond zum Kongreßort Blacksburg endete die Reise am 18. Juni 1973.

B. Reise durch die Staaten Ohio, Indiana und Michigan

Auf dem Flug nach Columbus sind zum Teil größere Überschwemmungen und Erosionsschäden zu erkennen, die ihre Ursache in einem wenige Tage zuvor niegegangenen Starkregen hatten, bei dem in 4 Stunden 150 mm Niederschlag fielen. Der Scioto County Club am Stadtrand von Columbus wies eine sehr gepflegte Anlage auf, die im Sommer von 18 Personen bewirtschaftet wird. Dementsprechend waren die Gebühren sehr hoch: Eintrittsgeld 5000 Dollar, Jahresbeitrag 1000 Dollar. Das Green bei Loch 18 zeigte einen Bestand aus 80 % *Agrostis*-Arten und 20 % *Poa annua*. Auch auf diesem Platz führen viele Spieler mit den Elektrotrucks ihren Bällen nach.

Interessant war ein Blick auf die Hausrasen in einem Wohnbezirk. Sie werden zumeist aus Soden erstellt und zeigen, wenn noch neu, einen Reinbestand von *Poa pratensis*. In einem älteren Rasen waren aber schon 10 % *Agropyron repens* eingewandert, neben Spuren von Weißklee. Die Unkrautbekämpfung wie die Düngung werden teilweise von Firmen übernommen, von denen eine später besucht wurde. Die Schnitthöhe beträgt durchschnittlich 5 cm, bei ausreichender Bewässerung halten die Rasen dann die Trockenzeit gut durch. Da bisher reichlich Regen fiel, war bis zum Besuchstage noch nicht beregnet worden.

Die Chem Lawn Corporation in Columbus war ein neues Unternehmen, das erst vor 4 Jahren gegründet worden war und inzwischen über 16 Filialen in 14 Städten verfügte, weitere waren in der Planung. Es hatte sich auf ein besonderes Rasenpflegeprogramm für den Hausrasenbesitzer spezialisiert. In der besuchten Zweigstelle waren 22 Tankwagen stationiert, mit denen flüssige Düngemittel, aber auch Herbizide und Fungizide ausgespritzt wurden. Für jede Rasenfläche wurde nach einer Bonitierung durch einen Fachmann ein besonderes Rasenpflegeprogramm entwickelt, das z. B. nur 4 Düngergaben oder 3 Düngergaben mit 2 Herbizidspritzungen und je nach Bedarf Fungizid- und Insektizidbehandlungen einschließen konnte. Zur Düngung wurden sehr verschiedene Düngemittel verwandt, teils Volldünger, teils reine Stickstoffdünger. Die durchschnittliche N-Gabe betrug etwa 200 kg/ha. Die Arbeitszeit im Freiland geht von März bis November, im Winter erfolgen die Überholung der Geräte, Urlaub etc.

Auf dem Versuchsgelände der Ohio State University waren wieder ausgedehnte Sortenversuche zu sehen. Hervorzuheben sind Bewässerungsversuche für Greens, bei denen das Sickerwasser in Lysimetern aufgefangen wurde. Die für den Aufbau der Greens benutzte Bodenmischung bestand aus 80 % Sand, 10 % Ton und 10 % Torf. An Pilzkrankheiten traten *Corticium* und *Sclerotinia* (Dollarspot) hervor.

Ein ganztägiger Besuch galt der größten amerikanischen Firma für Rasenfragen, O. M. Scotts in Marysville, Ohio. Mähgeräte werden jedoch nicht von ihr hergestellt. In eigenen Anlagen befaßt sie sich mit der Herstellung von speziellen Rasendüngern, der Züchtung und Vermehrung von Rasengräserarten und der Erprobung von Sorten verschiedener Herkunft, der Erprobung von Düngemitteln, Unkrautbekämpfungsmitteln, Wuchshemmungsmitteln, Fungiziden und Insektiziden. Diese Prüfungen erfolgen nicht nur in Freilandversuchen, sondern auch in großen Gewächshäusern und Laboratorien. Ein neues Gebäude für die Forschungsabteilung war gerade im Bau. Allein 4 Versuchsfelder lagen in und bei Marysville, daneben werden 5 weitere Außenstellen in anderen Klimazonen der USA betrieben. Auch ist eine größere Zahl von Mitarbeitern und Beratern in allen Teilen der USA stationiert. An der Firmenzentrale und auf den Außenstellen finden laufend Informationstagungen statt. Der Personalbestand der Forschungsabteilung beträgt 120 Personen, von

denen rund 60 eine akademische Vorbildung, vom BSc. bis PhD. besaßen. Allein 1972 wurden 10 Personen mit einem PhD und einer Spezialausbildung neu eingestellt. Die Fluktuation bei den Mitarbeitern scheint aber groß zu sein. Viele ehemalige Mitarbeiter gingen in die staatliche Beratung oder zur Universitätsforschung über. Insgesamt sind bei der Firma 1300 Personen beschäftigt.

In einem Schattenrasenversuch in einem lichten Wald zeigte sich, daß *Festuca rubra commutata* sich gut hielt, teilweise auch *Poa pratensis*. Die Sonneneinstrahlung ist in Ohio jedoch erheblich größer als in Deutschland.

Auf der weiteren Fahrt über die Highways nach Westen und später nach Norden war auf den Straßenrändern überall der Rohrschwengel als fast ausschließliche Begrünpflanze zu sehen.

Für die Straßenbegrünpung im Staat Indiana gibt es eine Standardmischung der Straßenbauverwaltung, die sich aus 40 % *Festuca arundinacea*, 30 % *Lolium perenne*, 25 % *Lolium multiflorum* und 10 % *Phleum pratense* zusammensetzt; Saatmenge 200 kg/ha. Die Straßenränder werden hier zweimal im Jahr durch Lohnunternehmer gemäht. Düngung erfolgt keine.

Ein Besuch bei der Firma Eli Lilly in Greensfield bei Indianapolis gab einen kurzen Einblick, mit welchen Rasenproblemen man sich bei diesem Chemiewerk befaßt. In Laboratorien, Gewächshäusern und großen Freilandversuchen werden Wuchshemmungsmittel, Herbizide und Fungizide entwickelt und erprobt. Die für alle neuen Mittel erforderlichen toxiologischen Untersuchungen sind sehr kostspielig, sie können bis zu einer halben Million Dollar je Präparat kosten.

Die Purdue-University in Lafayette, Indiana, war eine der ersten, die in ihrem Department of Agronomy einen Full Professor for Turf hatte, von denen es in den USA inzwischen mindestens ein halbes Dutzend gibt. Dementsprechend lagen hier auch schon ältere Rasenversuche, überwiegend solche im Freiland. Die Verbindung zur Praxis war durch eine ausgedehnte Beratungstätigkeit sehr eng. Einer der Schwerpunkte der Forschung liegt auf dem Gebiet des Bodenaufbaues für Golfplätze und sonstige Sportflächen. Hierfür entwickelte man ein inzwischen patentiertes Verfahren, das eine automatische Untergrundbewässerung einschließt. Es scheint jedoch so teuer zu sein, daß es die Purdue Universität in ihrem eigenen Stadium bisher nicht anwendet. Daneben wird in bescheidenem Umfang die Züchtung von Rasengräsern und zwar von *Poa pratensis* und *Festuca rubra* betrieben; einige Sorten konnten schon auf den Markt entlassen werden. Andere Versuche betrafen die Voraufbau- und Bekämpfung des einjährigen Unkrautgrases *Digitaria sanguinalis*, das in den Steppengebieten neben *Cynodon dactylon* in den *Poa*-Rasen stark schädigend auftreten kann. Wie zur Bekämpfung von *Poa annua* hat sich hierzu das Kalziumarsenat als besonders wirksam erwiesen, das jedoch sehr giftig und daher in Deutschland verboten ist. Die *Zoysia*-Versuche sahen hier ähnlich aus wie in New Jersey, das Gras ist in diesen Klimazonen noch wenig brauchbar. Bei Düngung der *Zoysia*-Rasen wandert *Poa pratensis* in sie ein. Das geschieht übrigens hier auch bei Reinsaat von *Phleum nodosum*. Schäden durch *Fusarium roseum*, die vom Sommer bis Herbst stark zunehmen, kann man zum Teil mit *Benomyl* bekämpfen, was jedoch sehr teuer und daher unpraktikabel ist. Es gibt aber starke Resistenz-Unterschiede bei den Sorten, von denen Merion leider in besonderem Maße geschädigt wird. Das Football-Stadium der Universität faßt 55 000 Personen; wie in ähnlichen Anlagen finden in ihm nur 20 Spiele pro Jahr statt. Der Rasen war frisch aus Soden aufgebaut, die zu 100 % aus *Poa pratensis* bestanden. Für lückige Stellen erfolgen Nachsaaten, für die man *Lolium perenne*, Sorte Manhattan, zusammen mit einer *Poa pratensis*-Mischung verwendet, in der die Sorten Delta, Merion, Newport und Park zu gleichen Teilen vertreten sind. Für das Stadium wurde ein sehr umfangreiches Pflegeprogramm erarbeitet, das ohne Rücksicht auf die Kosten auch durchgeführt wird. Der Universitätskampus umfaßte alles in allem 200 Hektar Rasenflächen, die zu einem erheblichen Teil von studentischen Aushilfskräften mit großen Mähaggregaten kurz gehalten werden.

Die weitere Fahrt nach Nordosten führte durch landwirtschaftlich sehr intensiv genutztes Gelände, in dem der Anbau von Mais und Sojabohnen vorherrscht. An der Grenze zum Staat Michigan liegt, wie an der Straßenvegetation zu sehen, die Grenze für das spontane Auftreten von *Agrostis*-Arten.

Der letzte Besichtigungsort war die Michigan State University in East Lansing. Sie hat gegenwärtig 43 000 Studenten, von denen 20 000 in großen Wohnheimen auf dem Universitätskampus wohnen. Die Studenten beginnen ihr Studium im Alter von 17–18 Jahren, nach 4 Jahren machen sie ihr Bachelor-Examen und verlassen dann zumeist die Universität. Dies sind in Lansing 35 000, so daß nur etwa 8000 volle Studenten im deutschen Sinne sind.

Im Department of Agronomy gibt es ebenfalls seit einigen Jahren einen Full Professor for Turf, der 3 akademische Mitarbeiter in Planstellen der Universität besitzt, daneben aber noch weitere, die aus Forschungsmitteln bezahlt werden, die zumeist von privater Seite zur Verfügung gestellt werden, z. B. von den Rasensodenerzeugern. Auch im Department für Bodenkunde befassen sich 2 Mitarbeiter hauptamtlich mit Rasenfragen. Zählt man alle Personen zusammen, die sich an dieser Universität in Forschung, Lehre und Beratung mit Rasenfragen in irgendeiner Weise befassen, so kommt man auf 21 Akademiker, von denen 11 promoviert sind. Das gibt einen kleinen Eindruck davon, welche Bedeutung man an dieser Universität den Rasenfragen zumißt. Das Forschungsprogramm umfaßt 45 laufende Projekte, weitere sind in der Planung. Mit größeren und kleineren Veröffentlichungen informiert man die interessierten Kreise. Eine Besonderheit ist eine große Literatursammlung zu Rasenfragen, die inzwischen 16 000 Nummern umfaßt. Die Titel sollen in Kürze in Buchform der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden, sie umfassen jedoch weitgehend nur Arbeiten, die in englischer Sprache geschrieben wurden.

Auf Grund der Herkunft des Leiters der Rasenabteilung aus der Pflanzenphysiologie lag ein Schwerpunkt der Forschungen auf diesem Gebiet. So wurde u. a. versucht, eine chemische Sortendiagnose zu erarbeiten, indem man die frischen Blätter extrahierte und das Blattprotein der Elektrophorese unterwarf. Bei 10 Sorten von *Poa pratensis* fand man dabei spezifische Streifenmuster, die denen bei der Chromatographie ähneln. Gezeigt wurden auch Versuche, bei denen man im Windkanal die Transpiration verschiedener Gräserarten und -sorten untersuchte. Die Rasenabteilung allein verfügte über 15 Klimakammern für verschiedenartige Versuchsanstellungen, in denen u. a. auch die Kälterestistenz der Gräser geprüft werden konnte, sie können auch für Beschattungsversuche verwandt werden. Ein Teil des Versuchsprogramms mit Fungiziden und zur Züchtung von *Agrostis*-, *Festuca*- und *Poa*-Arten wird in mehreren großen Gewächshäusern abgewickelt.

Ein Versuch unter Zuckerahornbäumen diente zur Prüfung der Schattenverträglichkeit verschiedener Arten, Sorten und Mischungen. Wie in Marysville war auch hier noch relativ viel Aufwuchs zu beobachten. Der Befall mit Krankheiten, insbesondere *Helminthosporium* und *Sclerotinia* war ziemlich hoch und oft der Grund für das Versagen mancher Arten und Sorten. Kurios war hier eine der Praxis nachgeahmte Variante, bei der Grassamen auf den Boden gesät und dann Rasensoden darüber gelegt wurden. Wie zu erwarten, hatten diese natürlich nicht durch den Soden aufwachsen können. Sehr ausgedehnt und gepflegt waren die großen Freilandversuche zur Sortenprüfung und Prüfung von Fungiziden und Herbiziden. Auf ihnen wurde auch die Belastbarkeit der Sorten mit einem schweren Gummirand untersucht, das eine ähnliche Wirkung hat wie die andernorts erprobte Stollenwalze. An wiederum anderer Stelle lagen Düngungsversuche, Versuche zur Unkrautbekämpfung und solche über einen zweckmäßigen Bodenaufbau für Greens. Um unkrautfreie Rasen zu bekommen, muß man in Michigan etwa 270 kg/ha Rein-N geben, während man in Ohio wie in Deutschland mit etwa 200 kg/ha N auskommt.

Das Stadium für Football im Universitätsgelände faßte 70 000 Personen. Als Belag wies es einen Tartanboden der 3-M-Company auf, der auf einem Untergrund von Beton und

Asphalt verlegt worden war. Um eine Vernässung und Verschmutzung zu verhindern, war die Tartanfläche mit großen Plastikfolien abgedeckt, sie sollten auch eine zu starke Erhitzung vermeiden helfen und wurden nur kurz vor dem Spiel abgedeckt. Für die Nutzung mußten sich die Spieler umgewöhnen, da sie hier anders als auf einem Naturrasen ausgleiten. Sie probierten 27 verschiedene Arten von Sportschuhen aus, bis sie einigermaßen brauchbare fanden. Die Unterhaltungskosten sollen nur halb so hoch wie für einen Rasenplatz sein.

Die letzten Besuche dieser Exkursion galten der Rasensodenerzeugung. Sie hat im Staat Michigan große Bedeutung, 14 000 Hektar Fläche dienen der Sodenerzeugung. 85 % dieser Flächen liegen auf Niedermoor (Muck). Da die Soden später fast ausschließlich auf Sandböden ausgelegt werden, macht dieser Bodenaufbau angeblich keine Schwierigkeiten. Zumeist werden Reinsaatens von *Poa pratensis* ausgesät, wobei neben der Sorte Merion auch andere z. B. Baron und Fylking verwendet werden, oft auch Mischungen aus 2–3 Sorten zur Absicherung des Krankheitsrisikos. Ein großes Unternehmen nahe Lansing bewirtschaftete 800 Hektar Sodenflächen, auf denen man das Schneiden und den Abtransport der Soden beobachten konnte. Zum schnelleren und leichteren Transport werden sie mit Hilfe von Paletten verladen. Eine größere Versuchsfläche der Universität, im Niedermoorgebiet gelegen, befaßte sich mit allen Fragen, die im Zusammenhang mit der Sodenproduktion stehen, d. h. Sortenfragen, Mischungen, Düngung, Schnitthäufigkeit, Sodenfestigkeit usw.

Zum Abschluß konnten nochmals einige Hausrasen bonitiert werden. Ein sehr gut gepflegter Rasen, aus Soden erstellt, wies einen Bestand von 100 % *Poa pratensis* der Sorte Nugget auf. Beim Nachbarn war der Rasen jedoch nicht so gut; er enthielt 75 % *Festuca rubra*, 15 % *Poa pratensis*, 4 % *Agropyron repens*, 5 % *Trifolium repens*, 1 % *Taraxacum officinale* sowie Spuren weiterer Unkräuter.

Summary

Two journeys before and after the 2. International Turfgrass Research Conference offered the opportunity to get some information of the turfgrass research in the United States. The first tour started in Boston and ended in Blacksburg, Virginia, the second tour began in Columbus, Ohio, and led through the states of Indiana and Michigan. It was very impressive to see how deep the universities are involved in turf research which is always combined with teaching and extension work. At least 14 universities and besides that the Federal Ministry of Agriculture publish more or less frequently scientific papers, leaflets and books on turf problems. There are already several full professors for turf working at the universities. The public and private sportsfields which could be visited were always in a very good condition as a result of an elaborate management; the predominating grass was mostly *Poa pratensis*, only in one case *Festuca arundinacea*. The visit on 2 sportsfields with artificial turf offered the opportunity to get an impression of the new problems which have to overcome, when they are used by the athletes. Naturally the golf courses got an especially good management; in the USA these are much more frequent than in Germany. In the region where the tours passed through good home lawns were also mostly pure stands of *Poa pratensis*, like the sportsfields they were very often established by sodding. The production of sods is a big industry in some of the states visited; in the states of Virginia and Maryland there are even special sod-laws in existence which regulated the quality.

Rasenbeobachtungen in dem extremen Trockenjahr 1973

W. Skirde, Gießen

1. Einführung

Von den verschiedenen Trockenjahren, die in den zurückliegenden Versuchsperioden relativ gehäuft aufgetreten sind, erreichte kein anderes eine extreme Ausprägung so, wie sie sich im Sommer 1973 einstellte. Für diese extreme Ausprägung gibt es 2 Gründe: Einmal begann die Trockenzeit praktisch schon im Vorjahr, indem im 4. Quartal 1972 am Standort Gießen anstelle des langjährigen Mittels von 146 mm nur 94 mm Niederschlag fiel und sie setzte sich über Winter mit 66 mm Niederschlag anstelle des Normalwertes von 118 mm in der Zeit von Januar bis März 1973 fort, so daß man von einem Doppel-Trockenjahr sprechen kann. Zum anderen war der Sommer 1973, der einem milden Winter, aber einer kühlen ersten Frühjahrshälfte folgte, bedeutend wärmer als normal, über weite Zeitspannen hinweg, besonders im Monat August, sogar heiß (Tab. 1).

Dieser Witterungseinfluß lag in der Bundesrepublik, zumindest was die Niederschlagstätigkeit anbetrifft, großräumig vor und bestimmte die Witterungsverhältnisse etwa von der Mainlinie bis nördlich Hannover.

Für den Versuchsstandort Gießen, wo ohnehin nur 590 mm Niederschläge im langjährigen Mittel fallen, Trockenperioden alljährlich, auch in sogenannten nassen Jahren, eintreten und eine relativ große Zahl an Regentagen mit geringer Ergiebigkeit im Wechsel mit trocknenden Ostwinden die Effektivität des niedergehenden Regens noch herabsetzt, bedeutet eine weitere Verringerung der Niederschlagsmenge verständlicherweise eine extreme Beeinträchtigung der Wachstumsverhältnisse der Gräser, vornehmlich unter Rasenbedingungen.

Diese extrem trockene Sommerwitterung führte schließlich zu einer derart starken Austrocknung von Boden- und Vegetationsschichten, daß ihr Benetzungswiderstand sowie die Wasserzurückhaltung der Rasendecke die mit 75 mm hohen Niederschläge im Monat Oktober 1973 nur zögernd eindringen ließen. So betrug der Wassergehalt der Rasennarbe am 17./18. Oktober 1973 nach 31,7 mm Niederschlag an den vorangegangenen 2 Tagen rd. 70 Gew.-%, er lag im Boden in 5 bis 6 cm Bodentiefe bei einer unbewalzten Narbe dagegen bei nur 13 Gew.-% und bei einer bewalzten Narbe bei 18 Gew.-% (Tab. 2).

Geringere Niederschlagsmengen waren im Verlauf des Sommers garnicht durch die Rasendecke in den Boden eingedrungen.

Tabelle 2:

Wassergehalt von Rasendecke und Boden- bzw. Vegetationsschicht nach Niederschlag im Anschluß an Sommertrockenheit
— Versuchsanlage 1970, Dominanz Poa pratensis —

Vegetationsschicht	Unbewalzt			Bewalzt		
	Rasendecke	Vegetationsschicht	Boden unter Vegetationsschicht	Rasendecke	Vegetationsschicht	Boden unter Vegetationsschicht
	Gew.-%	2-4 cm Vol.-%	5-6 cm Gew.-%	Gew.-%	2-4 cm Vol.-%	5-6 cm Gew.-%
1. Boden	71,1	20,3	12,9	73,2	30,3	18,3
2. Sand	70,1	10,4	11,0	76,7	7,4	9,6
3. 60 % Sand 40 % Torf	70,3	20,5	17,5	72,0	25,8	19,9
4. 60 % Sand 20 % Torf 20 % Hygromull	71,5	5,6	10,2	72,3	15,1	11,6

Tabelle 1:

	Niederschlag und Temperatur am Versuchsstandort Gießen — Leihgestern			
	Niederschlag (mm)		Temperatur °C	
	Langjährig	1972/73	Langjährig	1972/73
Oktober 1972	51	12		
November 1972	46	71		
Dezember 1972	49	11		
Januar 1973	46	20		
Februar 1973	38	43		
März 1973	34	3	4,6	-1,4
April 1973	40	36	8,7	6,4
Mai 1973	50	45	13,4	13,8
Juni 1973	60	13	16,4	17,3
Juli 1973	68	62	18,0	18,4
August 1973	62	26	17,1	19,6
September 1973	47	34	13,5	15,4

Um so interessanter erscheinen deshalb die Beobachtungen an verschiedenen Gräserarten in und nach einem Sommerhalbjahr, in dem nur 216 mm Niederschlag fiel, wo wegen der auf 376 mm reduzierten Jahres-Niederschlagsmenge vom 1. Oktober 1972 bis zum 30. September 1973 keine Winterfeuchtigkeit als Ausgleich zur Verfügung stand und wo sich erste Trockenanzeichen bei einzelnen Versuchen mit besonderen Bodenaufbauten schon Ende April 1973 einstellten.

Unter diesen Bedingungen haben sich bekannte Erfahrungen teilweise bestätigt, es sind aber auch abweichende Reaktionen eingetreten. Die interessantesten Beobachtungen betreffen dabei die Festuca-Arten im Vergleich mit Poa pratensis, sowohl in Reinsaaten als auch in Mischungen.

2. Ergebnisse

a) Festuca-Arten und Poa pratensis

Im allgemeinen gelten Festuca rubra und Festuca ovina als die am besten trockenheitsresistenten Rasengräser. Dies trifft insbesondere für Vielschnitttrassen zu, wo in den verschiedensten Gießener Versuchsanlagen und in verschiedenen Versuchsjahren der Welkebeginn von Festuca rubra und Festuca ovina stets später als bei Poa pratensis eintrat.

In gleicher Weise reagierten diese Gräser zunächst auch im Extrem-Trockenjahr 1973. Die Gesamtauswirkung der extremen Witterung, wie sie sowohl an größeren Sortenreihen als auch an Mischungsansaaten, ferner aber auch an umfang-

reichen Sortimenten von Ökotypen aus den verschiedensten Herkunftsgebieten beobachtet werden konnte, war bei *Festuca rubra* und *Festuca ovina* gegenüber *Poa pratensis* schließlich jedoch größer, so daß sich *Poa pratensis*, besonders unter dem Einfluß höherer Luftfeuchtigkeit (Tau) und geringerer Tageslänge (Verdunstungsrückgang), ab September wesentlich besser zu regenerieren begann. Dies hat inzwischen dazu geführt, daß Trockenschäden bei *Poa pratensis*, sofern sie auftraten, in Reinsaaten vollständig überwunden sind und in Mischungsansaaten unter Vielschnittbedingungen, in denen im Frühjahr 1973 noch eine Dominanz an *Festuca*-Spec. vorlag, inzwischen *Poa pratensis* überwiegt. Bei Extensivrasen blieb die Dominanz der *Festuca*-Arten dagegen erhalten (Tab. 3 u. 4).

Tabelle 3:

Ansaaten eines Mischungs-Pflegeintensitätsversuches - I. Gew.-%.
(Ansaat 9. 4. 1969)

1. *F. ovina duriuscula* - Biljart, Reinsaat
2. 50 % Fod - Biljart + 50 % Fot - Novina
3. 50 % Fot - Novina + 50 % Frc - Topie
4. 50 % Fod - Biljart + 25 % Fot - Novina + 25 % Pp - Fylking
5. 50 % Fod - Biljart + 50 % Frc - Topie
6. 50 % Fod - Biljart + 25 % Frc - Topie + 25 % Pp - Fylking
7. 50 % Fod - Biljart + 50 % Frr - Golfrood
8. 50 % Fod - Biljart + 25 % Frr - Golfrood + 25 % Pp - Fylking
9. 50 % Frc - Topie + 25 % Fod - Biljart + 25 % Pp - Fylking
10. 50 % Frc - Topie + 25 % Frr - Golfrood + 25 % Pp - Fylking
11. 80 % Frc - Topie + 20 % At - Tracenta
12. 50 % Fod - Biljart + 40 % Frc - Topie + 10 % At - Tracenta
13. 50 % Pp - Merion + 40 % Frc - Topie + 10 % At - Highland Bent
14. 50 % Pp - Merion + 25 % Fod - Biljart + 25 % Cc - Credo
15. 50 % Pp - Merion + 30 % Cc - Credo + 20 % Ph. nod. - S 50
16. 30 % Fot - Hds + 20 % Frr - Roland 21 + 20 % Frc - Rasengold + 10 % At - Highl. Bent + 20 % Pp - Apoll 31
17. 30 % Fot - Novina + 20 % Frr - Oase + 20 % Frc - Topie + 10 % At - Holfior + 20 % Pp - Merion
18. 25 % Fot - Novina + 15 % Frr - Oase + 15 % Frc - Topie + 10 % At - Holfior + 15 % Pp - Merion + 20 % Lp - Lembke

Fod = <i>Festuca ovina duriuscula</i>	At = <i>Agrostis tenuis</i>
Fot = <i>Festuca ovina tenuifolia</i>	Cc = <i>Cynosurus cristatus</i>
Frr = <i>Festuca rubra rubra</i>	Ph. nod. = <i>Phleum nodosum</i>
Frc = <i>Festuca rubra commutata</i>	Lp = <i>Lolium perenne</i>
Pp = <i>Poa pratensis</i>	

Einzelheiten zu dieser Änderung der Bestandszusammensetzung können einer Versuchsanlage vom April 1969 entnommen werden, die neben einer Reinsaat von *Festuca ovina*-Biljart 17 Mischungen, sowohl *Festuca*-Arten unter sich als auch mit *Poa pratensis*, mit *Agrostis* und mit *Phleum nodosum* sowie *Cynosurus cristatus* enthält (Tab. 3). Diese Versuchsanlage unterliegt seit Versuchsbeginn einem differenzierten Pflegeprogramm, allerdings ohne jegliche Beregnung, mit folgenden Intensitätsstufen:

- 1) 20 g N/m²; 2 Schnitte pro Woche; 1 mal wöchentlich Schnittgutverbleib auf der Fläche
- 2) 20 g N/m²; 1 Schnitt pro Woche; Schnittgutentfernung
- 3) 10 g N/m²; 2 Schnitte pro Monat; Schnittgutentfernung
- 4) 7,5 g N/m²; 1 Schnitt pro Monat; Schnittgutentfernung
- 5) 5 g N/m²; 3 Schnitte pro Jahr; Schnittgutentfernung
- 6) 0 g N/m²; 0-1 Schnitt pro Jahr; Schnittgutentfernung

Wenn Trockenperioden von längerer Dauer jedoch einen Wachstumsstillstand bewirken, wird der Rasenschnitt eingestellt.

Diese Ansaaten wiesen bis zum Beginn der Trockenzeit im Jahre 1973, mit Ausnahme der Varianten 11 und 12 der Inten-

sitätsstufen 1 und 2 sowie bei Variante 15, eine klare Dominanz an *Festuca rubra* oder *Festuca ovina* auf (Tab. 4). Unter dem Einfluß der Sommerwitterung von 1973 hat sich dieses Bild bei den Intensitätsstufen 1 und 2, teilweise aber auch bei 3 und 4, grundlegend geändert, so daß die Ansaaten mit *Poa pratensis* nunmehr auch eine Dominanz dieser Art besitzen.

In Ansaaten mit *Phleum nodosum* erfolgte die eingetretene Bestandsumwandlung bei höherer Düngung und Schnittnutzung auch zu Lasten dieses Grases, während eine Dominanz von *Agrostis tenuis* im Verlauf der Trockenheit durch *Festuca rubra* abgelöst wurde. Eine stärkere Reduktion trat auch bei *Cynosurus cristatus* in Ansaat 14 ein, das bei den extensiven Pflegestufen bis zum Beginn der Trockenperiode in Anteilen von 40 bis 60 % enthalten war, nunmehr dort nur 15 bis 25 % des Bestandsanteils einnimmt.

In Beziehung zur Düngungsintensität und Schnittfrequenz treten die größten schädigenden Auswirkungen der extremen Sommerwitterung von 1973 erwartungs- und erfahrungsgemäß bei höherem Pflegeniveau ein, wobei die Abweichungen zwischen den Intensitätsstufen 1 bis 3 relativ gering waren. Bei niedriger N-Gabe und extensiver Schnittnutzung wurden die Rasennarben aller Ansaaten dagegen weitaus weniger geschädigt, so daß der Grünanteil im Bestand nach erfolgter Wetteränderung hier auch wesentlich höher lag. Im Gesamtmittel des Versuches schwankte der Grünanteil in der Narbe Ende September 1973 zwischen 27 (Intensitätsstufe 1) und 69 % (Intensitätsstufe 6).

Von den einzelnen Gräsern erlitten, soweit es aus dieser Versuchsanlage hervorgeht, besonders die Reinsaaten von *Festuca ovina duriuscula*-Biljart, Ansaaten von *Festuca ovina duriuscula*-Biljart mit *Festuca rubra*-Golfrood sowie Mischungen mit *Agrostis tenuis* im Bereich einer höheren Pflegeintensität die größten Schäden. Dies geht auch aus dem in Tabelle 4 dargestellten Grünanteil in der Rasennarbe hervor. Ferner hat es den Anschein, daß *Festuca rubra*-Topie weniger als *Festuca ovina* und *Festuca ovina tenuifolia*-Novina wiederum weniger als *Festuca ovina duriuscula*-Biljart durch die extreme Sommerwitterung beeinträchtigt worden wäre. Demgegenüber deutet die Bestandsumstellung zugunsten von *Poa pratensis* auf eine gute Resistenz dieses Grases hin, die in gleicher Weise auch in Sortenversuchen sowie in dem Giebener Ökotypensortiment mit *Poa pratensis*, *Festuca rubra* und *Festuca ovina* zu beobachten war. Da *Festuca ovina* und *Festuca rubra* jedoch als gut trockenheitsverträglich gelten und sich bisher gerade Salztypen von *Festuca rubra*, wie Golfrood und Noro, in normalen Trockenjahren durch eine besonders gute Trockenheitsverträglichkeit ausgezeichnet haben, gewinnt die Frage nach dem abweichenden Verhalten im Jahr 1973, zumindest im Vergleich mit *Poa pratensis*, an Interesse.

Diesbezüglich wird angenommen, daß das bessere Überdauern der Extremwitterung durch *Poa pratensis* in erster Linie auf die größere Hitzeresistenz dieses Grases zurückzuführen ist, die bei *Festuca ovina* und *Festuca rubra* nicht in dem gleichen Maße vorliegt. Diese größere Hitzeresistenz ist beispielsweise die Ursache für die hervorragende Rasenqualität von *Poa pratensis* in den Mittel-Ost-Staaten der USA.

Das Übergewicht an Hitzeeinwirkung, besonders im August 1973, als die *Festuca*-Parzellen besonders stark in Mitleidenchaft gezogen wurden, würde dann auch die relativ schlechte Resistenz der Salztypen von *Festuca rubra* in einem heißen Trockenjahr erklären, die nicht nur bei Golfrood, sondern auch bei einer größeren Zahl an Ökotypen von *Festuca rubra* *litoralis* zu beobachten war. Diese Erscheinung äußerte sich in stärkerem Maße allerdings nur bei Viel- und Tiefschnitt und blieb bei extensiver Schnittnutzung in gleichem Umfang aus. Das abweichende Verhalten verschiedener Typen begründet schließlich die Sortenunterschiede, die innerhalb der Intensitätsstufen sowohl bei intensiver Düngung und Schnittnutzung als auch bei einem aufgelassenen Sortenversuch auftraten, der 1973 nicht mehr gedüngt, aber 3 mal gemäht wurde (Tab. 5).

Tabelle 4:

Grünanteil in der Narbe (Narbenanteil in %) nach extremer Sommertrockenheit 1973

Variante	1. 20 g N/m ² 2 Schnitte/Wo			2. 20 g N/m ² 1 Schnitt/Wo			3. 10 g N/m ² 2 Schnitte/Mo			4. 7,5 g N/m ² 1 Schnitt/Mo			5. 5 g N/m ² 3 Schnitte/Jahr			6. 0 N/m ² 0-1 Schnitt/Jahr			Mittelwert
	%	D1	D2	%	D1	D2	%	D1	D2	%	D1	D2	%	D1	D2	%	D1	D2	
1	20	Fod	Fod	20	Fod	Fod	25	Fod	Fod	45	Fod	Fod	55	Fod	Fod	80	Fod	Fod	41
2	30	Fot	Fot	35	Fot	Fot	30	Fod	Fot	45	Fod	Fod	50	Fod	Fod	75	Fod	Fod	44
3	40	Fr	Fr	45	Fr	Fr	45	Fr	Fr	40	Fr	Fr	50	Fr	Fr	70	Fr	Fr	48
4	40	Fod	Pp	30	Fod	Pp	40	Fod	Pp	50	Fod	Fod	45	Fod	Fod	80	Fod	Fod	48
5	20	Fr	Fr	30	Fr	Fr	35	Fr	Fr	45	Fr	Fr	55	Fr	Fr	70	Fod	Fod	43
6	30	Fod	Pp	35	Fod	Pp	40	Fod	Pp	55	Fod	Pp	55	Fod	Fr	70	Fod	Fod	48
7	15	Fod	Fod	10	Fod	Fod	25	Fod	Fod	60	Fr	Fr	60	Fr	Fod	75	Fr	Fr	41
8	30	Fod	Pp	30	Fod	Pp	40	Fod	Pp	55	Fod	Pp	60	Fod	Pp	75	Fr	Fr	48
9	25	Fr	Pp	30	Fr	Pp	35	Fr	Fr	55	Fr	Fr	55	Fr	Fr	70	Fr	Fr	45
10	35	Fr	Pp	35	Fr	Pp	40	Fr	Pp	40	Fr	Fr	55	Fr	Fr	65	Fr	Fr	45
11	20	At	Fr	30	At	Fr	25	Fr	Fr	20	Fr	Fr	35	Fr	Fr	60	Fr	Fr	32
12	30	At	Fr	30	At	Fr	20	Fr	Fr	30	Fr	Fr	35	Fr	Fr	65	Fr	Fr	35
13	35	Fr	Pp	35	Fr	Pp	30	Fr	Fr	30	Fr	Fr	45	Fr	Fr	65	Fr	Fr	40
14	25	Pp	Pp	30	Pp	Pp	30	Pp	Pp	40	Cc	Fod	55	Cc	Cc	70	Cc	Fod	42
15	20	Ph.nd.	Pp	30	Ph.nd.	Pp	35	Ph.nd.	Pp	40	Cc	Ph.nd.	55	Cc	Ph.nd.	70	Ph.nd.	Ph.nd.	38
16	25	Fr	Fot	20	Fr	Pp	25	Fr	Fot	30	Fr	Fot	40	Fr	Fot	60	Fr	Fot	33
17	25	Fr	Pp	15	Fr	Pp	25	Fr	Pp	35	Fr	Pp	45	Fr	Fr	60	Fr	Fr	34
18	30	Fr	Pp	20	Fr	Pp	25	Fr	Pp	40	Fr	Pp	50	Fr	Fr	70	Fr	Fr	39
Mittelwert	27			28			32			42			50			69			

D1 = Dominante Art im Sommer 1973
D2 = Dominante Art im Herbst 1973

Tabelle 5:

Grünanteil in der Narbe bei Festuca rubra nach extremer Sommerwitterung (Versuchsanlage: April 1969)			
Sorte	Grünanteil %	Sorte	Grünanteil %
Rasengold	30	Bargena	35
Famosa	40	Gracia	32
Brabantia	42	Rapid	32
Atlanta	55	Oase	20
Dawson	30	Borina	35
Leo	55	Rufus	35

Bei dieser Sortenreihe ist das Verhalten der Sorten Dawson und Oase auffallend, die in früheren Jahren eine ähnliche Trockenheitsresistenz wie Golfrood, Noro und andere Salztypen von Festuca rubra erkennen ließen. Ferner ist den Ergebnissen der Tabelle 5 eine größere Beeinträchtigung durch die extreme Sommerwitterung bei Sorten des typischen Ausläufer-Rotschwingels gegenüber Horstrotschwingel zu entnehmen.

b) Phleum-Gräser und Lolium perenne

Die beiden Phleum-Gräser, Phleum pratense und Phleum nodosum sowie Lolium perenne, überdauern eine extrem ausgeprägte Sommerwitterung nach den bisherigen Beobachtungen verhältnismäßig gut, wenn sie nicht extrem häufig und tief gemäht werden.

Bei Phleum wird diese Fähigkeit auf die Sommerruhe zurückgeführt, die beide Gräser bei trocken-warmer Witterung einlegen. Das Absterben der Blattmasse, das mit dieser Reaktion einhergeht, verschlechtert – je nach Witterung – zwar den Rasenaspekt, doch fällt diese Erscheinung bei älteren Mischungsansaaten, wo selbst Phleum nodosum bei regelmäßiger Pflege selten mehr als 20% an Narbenanteil einnimmt, nicht ins Gewicht. Trotz totalen Blattverlusts sind die auch über eine lange Trockenperiode im Schutz der Blattachsen intakt gebliebenen Triebanlagen imstande, rasch auszutreiben und zur Regeneration beizutragen.

Am Standort Gießen wurde dieser Neuaustrieb, selbst aus scheinbar abgestorbenen Reinsaatnarben, bisher nach allen längeren Trockenperioden, auch 1973, beobachtet. Wenn die Fähigkeit zur Regeneration bei Phleum nodosum dabei größer als bei Phleum pratense zu sein scheint, könnte neben der an sich dichteren Narbe des Rasenlieschgrases als weitere Ursache das stärker ausgebildete Reservestoffdepot in Gestalt der an der Triebbasis sich befindlichen „Zwiebeln“ in Betracht kommen. Auf jeden Fall dürften diese Organe für beide Lieschgräser als Regenerationsquelle von Bedeutung sein.

Ein derartiges Reservestoffdepot liegt bei Lolium perenne zusätzlich zu den Wurzeln und zur oberirdischen Substanz nicht ausgeprägt vor. Dennoch hat dieses Gras die extreme Witterung des Sommers 1973 relativ gut überstanden, wenn Narbenauflockerungen selbstverständlich auch hier auftraten. Bei einem Versuch mit Stollenbewalzung zeigte sich sogar, daß der Narbenanteil von etwa 25% Lolium perenne-NFG und 75% Poa pratensis-Merion zu Beginn der Trockenheit sich nach Eintreten von Herbstniederschlägen etwa im gleichen Verhältnis zugunsten von Lolium perenne umkehrte. Bei der unbewalzten Teilerie dieses 5 Jahre alten Versuches blieb die Dominanz von Poa pratensis dagegen erhalten.

Dieses Ergebnis entspricht den Beobachtungen des Vorjahres, daß eine mechanische Belastung einer extrem welken, nicht beregneten Rasennarbe, zumal bei hohen Temperaturen und hoher Einstrahlung, stärkere Direktschäden bei Poa pratensis als bei Lolium perenne verursacht. Die spätere Regeneration von Poa pratensis ist dadurch erschwert.

c) Cynosurus cristatus

Auch Cynosurus cristatus verfügt über die Eigenschaft der Sommerruhe nicht und ist nach allen bisherigen Beobachtungen besonders trockenheitsgefährdet. Dies hat sich schon wiederholt im Ansaatjahr gezeigt, wenn bei trockener Witterung von längerer Dauer eine Beregnung unterblieb. Bei den Ergebnissen der Tabelle 4 kommt andererseits in Variante 14 und 15 ein Dominanzwechsel nach der Trockenperiode von 1973 zum Ausdruck, wo Cynosurus cristatus bei extensiver Düngung und Schnittnutzung zuvor dominierte, im Herbst sodann von Festuca ovina bzw. Phleum nodosum abgelöst wurde.

Demzufolge wird die Trockenheitsanfälligkeit junger Ansaaten und älterer Bestände von *Cynosurus cristatus* in trockenen Lagen als weitaus gravierender als mangelnde Winterfestigkeit angesehen. Sicher sind Einzelpflanzen von *Cynosurus cristatus*, vor allem bei späterem Pflanztermin, von Auswinterung, besonders bei Wechselfrösten im Frühjahr, bedroht und auch die Fusariumanfälligkeit dieses Grases ist relativ hoch. Der starke Rückgang anfänglich hoher Anteile von *Cynosurus cristatus* im zweiten und dritten Jahr nach der Saat hängt – ähnlich wie auf natürlichem Grünland – aber enger mit der Intensität der Pflege zusammen.

Diesbezüglich bestätigt ein Versuch aus dem Jahre 1970 erneut, daß ein niedriges Düngungsniveau bei zugleich geringer Schnittfrequenz hohe Anteile an *Cynosurus cristatus* bewirkt und – von extremen Einflüssen abgesehen – beibehält, während hohe Stickstoffgaben, die zu großer Schnitthäufigkeit zwingen, sehr bald zu einer Reduzierung und Eliminierung von *Cynosurus cristatus* zugunsten von *Poa pratensis* führen. Zuvor erweist sich *Cynosurus cristatus* jedoch als ein idealer Mischungspartner für *Poa pratensis*, indem es durch eine Anfangsdominanz zu einer raschen Narbenbildung beiträgt, um danach das Vordringen von Wiesenrispe nicht zu behindern.

Tabelle 6:

Bestandsanteile (%) von <i>Cynosurus cristatus</i> in einer Sportfeldmischung bei verschieden hoher N-Gabe				
Ansaatmischung: 65% P. prat.-Merion 10% C. crist.-Credo 10% Ph. prat.-King 15% F. rubra-Oase			Aussaattermin: 22. 4. 1970 Bestandsanalyse: 20. 10. 1973	
N-Gabe (kg/ha)	%		N-Gabe (kg/ha)	%
N 0	50	Der Rasenschnitt er-	300	2
N 50	37	folgt nach N- Stufe	400	+
N 100	20	differenziert, und zwar	600	---
N 200	6	jeweils bei 6–8 cm Aufwuchshöhe		

d) *Agrostis*-Arten

Die *Agrostis*-Arten gehören, vornehmlich bei Viel- und Tiefschnitt, zu den beregnungsbedürftigen, trockenheitsgefährdeten Gräsern. Verschiedene Versuchsansteller haben in den zurückliegenden Jahren allerdings übereinstimmend die Be-

Tabelle 7:

Grünanteil (i. %) und Dominanz in der Rasennarbe bei verschiedenen Rasensaatens (Ansaat: April 1970)

Ansaat-Mischung	Ohne Beregnung						Mit Beregnung					
	Hochschnitt			Tiefschnitt			Hochschnitt			Tiefschnitt		
	Grünanteil %	D1	D2	Grünanteil %	D1	D2	Grünanteil %	D1	D2	Grünanteil %	D1	D2
1. 20% Ac - Novorubra 40% Fr - Topie 40% Fr - Oase	35	Ac	Ac	45	Ac	Ac	90	Ac	Ac	90	Ac	Ac
2. 20% Ast - Penncross 40% Fr - Topie 40% Fr - Oase	30	Ast	Fr	30	Ast	Ast	90	Ast	Ast	75	Ast	Ast
3. 20% At - Holfior 40% Fr - Topie 40% Fr - Oase	30	At	Fr	30	At	At	80	At	At	65	At	At
4. 25% Pp - Fylking 20% Fr - Golfrood 20% Fr - Topie 30% Fod - Biljart 5% At - Tracenta	40	At	Pp	35	At	At	80	At	At	70	At	At
5. 25% Pp - Merion 20% Fr - Golfrood 20% Fr - Topie 30% Fod - Biljart 5% At - Tracenta	40	At	Pp	40	At	Pp	80	At	At	65	At	At
6. 55% Pp - Merion 15% Fr - Golfrood 10% Fr - Topie 15% Fod - Biljart 5% At - Tracenta	50	At	Pp	40	At	Pp	80	At	At	65	At	At
7. 60% Pp - Merion 15% Fr - Oase 15% Cc - Credo 10% Ph nod - S50	65	Pp	Pp	60	Pp	Pp	90	Pp	Pp	85	Pp	Pp
8. 50% Pp - Merion 15% Cc - Credo 5% Ph prat - King 25% Fr - Oase 5% At - Tracenta	40	At	Pp	35	At	Pp	80	At	At	70	At	At
9. 55% Pp - Merion 20% Cc - Credo 10% Ph prat - King 5% Fr - Oase 10% Lp - Barenza	65	Pp	Pp	50	Pp	Pp	90	Pp	Pp	85	Pp	Pp
10. 60% Pp - Merion 20% Cc - Credo 10% Ph prat - King 10% Fr - Oase	65	Pp	Pp	60	Pp	Pp	90	Pp	Pp	85	Pp	Pp

D1 = Dominante Art im Sommer 1973
D2 = Dominante Art im Herbst 1973

obachtung machen können, daß *Agrostis canina canina* bei intensiver Rasenpflege eine größere Trockenheitsverträglichkeit als *Agrostis tenuis* besitzt, obwohl das natürliche Vorkommen dieser Arten verschieden lokalisiert ist. Trifft man *Agrostis canina canina* nämlich in natürlichen Beständen überwiegend auf staunassen Standorten an, so dehnt sich die Verbreitung von *Agrostis tenuis* mehr auf trockene Flächen, z. B. in Heidesandgebieten oder an südexponierten Waldrändern bzw. auf höheren Lagen, aus. *Agrostis stolonifera* nimmt nach mehrjährigen Gießener Beobachtungen in seiner Trockenheitsreaktion zwischen *Agrostis canina canina* und *Agrostis tenuis* eine Mittelstellung ein.

Diese Beobachtungen haben sich unter den Extrembedingungen von 1973 bestätigt. Wiederum erwies sich in einer 1970 angelegten Versuchsreihe mit verschiedenen Mischungstypen unter Hoch- und Tiefschnitt sowie unter Beregnung und Nichtberegnung *Agrostis canina canina* gegenüber den extremen Trocken-Hitzeeinwirkungen als am besten resistent, während alle Ansaaten mit *Agrostis tenuis*, selbst in Mischungen mit *Poa pratensis* sowie unter Tiefschnitt und bei regelmäßiger Beregnung, größere Rasenstörungen zeigten, die in dem nach Beginn der Rasenregeneration im Herbst ermittelten Grünanteil in der Narbe zum Ausdruck kommen (Tab. 7). Bei den unberegneten Varianten ist auch hier eine Änderung der Bestandeszusammensetzung zugunsten von *Festuca rubra* und *Poa pratensis* eingetreten.

e) *Poa annua* und *Poa trivialis*

Als trocken- und hitzegefährdet erwiesen sich 1973 neben den *Agrostis*-Arten erneut die ebenfalls nur flachwurzelnden Arten *Poa annua* und *Poa trivialis*. Außer in geschützten Schattenlagen haben sie, sofern eine Beregnung nicht oder nicht regelmäßig erfolgte, sogar extrem gelitten. Reinbestände wurden nahezu bis total zerstört, während sich hohe Anteile an *Poa annua* und *Poa trivialis* in resistenten Rasennarben, beispielsweise zusammen mit *Poa pratensis* und *Festuca rubra*

sowie *Festuca ovina*, im Verlauf der Trockenperiode stark dezimierten.

Auf diese Weise ging der bodenbürtige *Poa annua*-Besatz in einer Merion-Reinsaat aus dem Jahre 1971 von 40 % bis auf Spuren zurück. Wenn in einem stark mit *Poa annua* durchsetzten Rasen trockenheitsverträgliche Komponenten in einem Umfang von etwa 50 % vorhanden sind, kann ein derartiges „Austrocknen“ des Rasens geradezu als Methode zur Reduzierung bzw. Eliminierung des *Poa annua*-Besatzes benutzt werden. Allerdings muß bei einem solchen Vorhaben vorübergehend eine Verschlechterung des Rasenaspekts in Kauf genommen werden und später ist an eine genügende Regenerationsdüngung zu denken, damit die verbliebenen resistenten Gräser den durch *Poa annua* frei gewordenen Lebensraum in der Narbe wieder ausfüllen können. Jedoch darf dieses Verfahren nur bei fest etablierten Rasenflächen angewendet werden. Im Ansaatjahr verfügen *Poa pratensis* und die *Festuca*-Arten über eine größere Trockenheitsverträglichkeit, vermutlich wegen noch unzureichender Bewurzelung, nicht, um solche selektiv wirkenden Maßnahmen mit Erfolg zur Anwendung bringen zu können.

Poa trivialis findet man in lichtoffenen Rasenanlagen weniger stetig als *Poa annua* vor, da diesem Gras die Möglichkeit der Samenregeneration fehlt. Deshalb ist eine Verbreitung mehr auf Schattenstandorte konzentriert, wo seiner Entwicklung bei der nur flachgründigen Bewurzelung Oberflächenvernäsung und längere Taulage als feuchtigkeitsspendender Standortfaktor entgegenkommen, zumal die bisher vorhandene hohe Resistenz für *Corticium fuciforme*, *Fusarium nivale* und *Typhula incarnata* in diesen Lagen nicht zu den Schädigungen führt, wie sie bei *Festuca rubra*, *Festuca ovina* und *Agrostis*-Spec. dort auftreten. Dieser Tatbestand rechtfertigt es auch, *Poa trivialis* in Ansaatmischungen für Schattenrasen aufzunehmen. Auf oberflächenvernässten Sportplätzen ist *Poa trivialis* dagegen einige Jahre nach der Saat, wenn es fälschlicherweise in der Ansaatmischung enthalten war, außer im Seitenfeld, nicht mehr wiederzufinden, da ihm eine ausreichende Trittfestigkeit fehlt.

Zusammenfassung

Im Sommer 1973 herrschten in weiten Teilen der Bundesrepublik extrem trockene Witterungsverhältnisse. Nach einem trockenen Winter fiel in der Zeit vom 1. März bis zum 30. September am Standort Gießen gegenüber der langjährigen Norm von 361 mm nur 219 mm Niederschlag und die Monatsmitteltemperaturen lagen im Sommer um 0,5 bis 2,5° C höher.

Unter diesen extremen Bedingungen erwies sich ohne Beregnung *Poa pratensis* resistenter als die feinblättrigen *Festuca*-Arten. Als besonders anfällig erschienen bei *Festuca* Sorten und Ökotypen von *Festuca rubra litoralis* sowie *Festuca ovina duriuscula* Biljart. In früheren Trockenjahren zeichnete sich aber gerade *Festuca rubra litoralis* durch eine gute Trockenheitsverträglichkeit aus. Das abweichende Verhalten von 1973 wird auf eine geringere Hitzeverträglichkeit der *Festuca*-Arten, besonders von *Festuca rubra litoralis*, zurückgeführt, die bei *Poa pratensis* vorhanden ist.

Eine gute Resistenz gegenüber der trocken-warmen Witterung bzw. eine gute Regeneration war auch bei *Phleum nodosum*, *Phleum pratense* und *Lolium perenne* zu beobachten. Bei *Agrostis* zeichnete sich *Agrostis canina canina* gegenüber *Agrostis stolonifera* und *Agrostis tenuis* erneut durch eine bessere Resistenz aus. Dagegen wurden *Cynosurus cristatus*, *Poa annua* und *Poa trivialis* stark geschädigt.

Summary

In the summer of 1973 extremely dry weather conditions prevailed in large parts of the Federal Republic of Germany. After an extremely dry winter a rainfall of only 219 mm, in comparison to the average for many years of 361 mm, was recorded during the period from March 1 to September 30, and the average summer temperatures for the month had increased by 0.5 to 2.5° C.

Under such extreme conditions *Poa pratensis* proved to be more highly resistant than the fine-leaved *Festuca* species, when no irrigation was applied. The *Festuca* varieties and the ecotypes of *Festuca rubra litoralis* as well as *Festuca ovina duriuscula* seemed to be especially vulnerable. But in former periods of dryness it was in particular *Festuca rubra litoralis* which showed a high dryness-resistance. The different behaviour in 1973 is probably due to the fact that the *Festuca* species, and this applies in particular to *Festuca rubra litoralis*, can endure less than *Poa pratensis*.

Phleum nodosum, *Phleum pratense* and *Lolium perenne* also showed a good resistance to the dry and warm weather conditions and a good regeneration as well. As far as *Agrostis* was concerned, *Agrostis canina canina* was again more resistant than *Agrostis stolonifera* and *Agrostis tenuis*. *Cynosurus cristatus*, *Poa annua* and *Poa trivialis*, however, suffered severely.

Die botanische Zusammensetzung der Rasenflächen im Gelände der Internationalen Gartenbauausstellung Hamburg 1973

W. Opitz von Boberfeld, Bonn

1. Ziel der Untersuchungen

Ähnlich wie in öffentlichen Grünanlagen wird ein großer Teil der Ausstellungsfläche von Rasenflächen eingenommen. Bei der Anlage und späteren Pflege wurde von verschiedenster Seite mitgewirkt (SONDERDIENSTSTELLE IGA, 1973), so daß die Flächen im Hinblick auf die verschiedenen Eigenschaften keinesfalls einheitlich sind. Ziel dieser Untersuchung ist es daher, ähnlich wie in dem Bericht über die Rasenflächen der vorherigen Bundesgartenschau in Köln (BOEKER u. OPITZ v. BOBERFELD, 1971), die Eigenschaften der Rasenflächen herauszustellen und die Unterschiede aufzuzeigen. Darüberhinaus soll dieser Beitrag auch Anregungen für die Gestaltung von Rasenflächen auf weiteren Bundesgartenschauen geben.

2. Material und Methodik

Sämtliche Flächen wurden am 21. und 22. 9. 1973 botanisch aufgenommen. Somit ist eine Vergleichbarkeit der gewonnenen Daten sichergestellt. Festgelegt wurde der Anteil einzelner Arten an der Bodenbedeckung. Die Anteile kommen in Prozentangaben zum Ausdruck. Nur spurenweises Auftreten einzelner Arten, wenn also der Deckungsanteil unter ein Prozent liegt, wird durch das Zeichen „+“ in den Tabellen zum Ausdruck gebracht. Jeder in den Tabellen des Ergebnisteils angegebene Wert stellt ein Mittel aus vier Einzelbeobachtungen dar. Die einzelnen Vegetationsaufnahmen für die Mittelwertbildung wurden gleichmäßig über die Flächen verteilt.

3. Ergebnisse einzelner Geländeabschnitte

3.1. Pflanzen und Blumen

Die Fläche 1 – Tabelle 1 – lag in den „Musterkleingärten“. Die Narbe dieser Fläche war z. T. sehr locker; vermutlich war auch dies die Hauptursache für die starke Verbreitung von *Poa annua*. Narben mit einer derartigen Zusammensetzung können in Trockenperioden im Hinblick auf Wachstum und Aussehen stark beeinträchtigt werden, wenn nicht für eine ausreichende Zusatzbewässerung gesorgt wird. Andererseits sind im Winter derartige Narben anfällig gegenüber pilzlichen Blätterkrankungen.

Die Fläche 2 – Tabelle 1 – lag in unmittelbarer Nähe der Traglufthalle, in der Lehrschau vom Zentralverband Gartenbau veranstaltet wurden. Auch diese Narbe war sehr locker, vermutlich läßt sich darauf auch hier der relativ hohe *Poa annua*-Anteil zurückführen.

Tabelle 1:

Rasen im Gelände Pflanzen und Blumen						
Fläche Nr.	1	2	3	4	5	6
<i>Agrostis tenuis</i>	29	15	+	+		86
<i>Cynosurus cristatus</i>		2	+	2		
<i>Festuca rubra</i>	6	35	25	63	41	2
<i>Holcus lanatus</i>		+				
<i>Lolium perenne</i>		25	70	29	1	+
<i>Poa annua</i>	64	20	5	5	3	12
<i>Poa pratensis</i>	1	3	+	1		55
<i>Poa trivialis</i>	+					
<i>Trifolium dubium</i>				+		
<i>Trifolium repens</i>	+	+	+	+		+
<i>Achillea millefolium</i>				+		
<i>Cerastium caespitosum</i>	+					
<i>Plantago maior</i>	+	+	+	+		+
<i>Sonchus oleraceus</i>					+	
<i>Stellaria media</i>		+				
<i>Taraxacum officinale</i>	+					
<i>Veronica serpyllifolia</i>	+					

Tabelle 2:

Gewichtsanteile einzelner Arten in der Saatmischung					
Fläche Nr.	3	4	5	6	
<i>Agrostis tenuis</i>	5	5			
<i>Agrostis tenuis</i> BARDOT					15
<i>Cynosurus cristatus</i>	25	25			
<i>Festuca rubra commutata</i> BARFALLA			15		85
<i>Festuca rubra commutata</i> RASENGOLD	15	15			
<i>Festuca rubra rubra</i> GRACIA			15		
<i>Festuca rubra rubra</i> NOVORUBRA	5	5			
<i>Lolium perenne</i>	25	25			
<i>Poa pratensis</i>	25	25			
<i>Poa pratensis</i> BARON				70	

Von den Flächen 3 bis 6 ist auch die Zusammensetzung der Saatmischung bekannt – Tabelle 2. In dem Bereich „Spiel mit Wasser und Glas“ lagen die Flächen 3 und 4. Die Tabelle 2 weist aus, daß für beide Flächen die gleiche Saatmischung verwendet wurde. Zwischen der Zusammensetzung der Pflanzenbestände bestand ein recht deutlicher Unterschied – Tabelle 1. Hauptursache für die unterschiedliche Zusammensetzung der Pflanzenbestände ist sehr wahrscheinlich eine von den anderen Flächen abweichende Nährstoffversorgung. Die Fläche 4 mit dem wesentlich höheren *Festuca rubra*-Anteil sah wesentlich heller aus. Hier ist bereits angedeutet, daß aus einer Saatmischung bei unterschiedlicher Bewirtschaftung sehr verschiedene Rasen entstehen können. Die Kombination *Lolium perenne* und *Festuca rubra* ergab trotz der unterschiedlichen Blattbreiten ein gutes Bild. Die Fläche 5 lag z. T. im Schatten am „Rosenhügel“. Diese Fläche sah recht gut aus. Der geringe, in der Saatmischung nicht vorhandene *Lolium perenne*-Anteil – Tabellen 1 und 2 – ist vermutlich auf die Nachsaat der Ränder zurückzuführen, denn dort kam *Lolium perenne* verstärkt vor, wohingegen in der Mitte der Fläche 5 diese Art nicht festgestellt wurde.

In der Nähe der „IGA-Sparkasse“ lag die Fläche 6. Hier herrschte die Art *Agrostis tenuis* vor. Ähnlich wie *Poa annua* führen Trockenperioden im Sommer und pilzliche Blätterkrankungen im Winter sehr oft zu einem unerwünschten Aspekt. Einem Schild war zu entnehmen, daß die Aussaatstärke 30 g/m² betrug. Hier hat der hohe *Agrostis tenuis*-Anteil gemeinsam mit der reichlich bemessenen Saatmenge bereits in so kurzer Zeit zum Vorherrschen von *Agrostis tenuis* geführt. Nach dem Schnittbild zu urteilen, stellt diese Art an die Schnittwerkzeuge besondere Forderungen.

3.2. Botanischer Garten und Kleine Wallanlagen

Im Botanischen Garten lagen die Flächen 7 und 8 – Tabelle 3 –, und zwar befand sich die Fläche 7 in dem Bereich zwischen dem „Wassergarten“ und den „mobilen Gärten“. Hier ist lediglich die Saatmischung der Fläche 8 bekannt. Beide Flächen wurden vom Schatten beeinflusst. So waren die höchsten *Poa annua*-Anteile dort festzustellen, wo der Schatteneinfluß am größten war. Die Zusammensetzung der Pflanzenbestände schwankte daher selbst auf engem Raum stark.

Saatmischung und späterer Pflanzenbestand der Fläche 8 – Tabellen 3 und 4 – zeigen, daß *Festuca ovina* speziell hier in diesem Fall als nicht ansaatwürdig anzusehen ist, da diese Art wahrscheinlich doch einen gewissen Lichtbedarf hat (FISCHER u. LÜTKE ENTRUP, 1972; KLAPP, 1965; OBERDORFER, 1962) und hier *Festuca ovina* durch *Poa annua* und *Agrostis tenuis* trotz des hohen Saatanteils unterdrückt wurde. Die Fläche 9 liegt in den Kleinen Wallanlagen in der Nähe der „Wassertreppe“. Die Narbe dieser Fläche war sehr dicht und hatte einen guten Aspekt. *Poa annua* kam hier verstärkt in den Randzonen vor.

Tabelle 3:
Rasen im Botanischen Garten und in den Kleinen Wallanlagen

Fläche Nr.	7	8	9	10
<i>Agrostis tenuis</i>	87	47	69	8
<i>Festuca rubra</i>	+	21		16
<i>Lolium perenne</i>		+	+	68
<i>Poa annua</i>	13	31	31	5
<i>Poa pratensis</i>		+	+	3
<i>Poa trivialis</i>		+	+	
<i>Trifolium dubium</i>				+
<i>Trifolium repens</i>		+		+
<i>Achillea millefolium</i>				+
<i>Bellis perennis</i>		+	+	+
<i>Plantago maior</i>	+	1	+	+
<i>Stellaria media</i>		+		
<i>Taraxacum officinale</i>			+	+

Tabelle 4:
Gewichtsanteile einzelner Arten in der Saatmischung, Saatstärke 20 g/m²

Fläche Nr.	8
<i>Agrostis tenuis</i> ASTORIA	15
<i>Festuca ovina</i> BILJART	45
<i>Festuca rubra</i> commutata TOPIE	40

Zwischen den Kleinen und Großen Wallanlagen liegt die Fläche 10. Hauptbestandsbildner ist hier *Lolium perenne*. Vermutlich war, aus NARBENDICHTE und Färbung zu schließen, der Nährstoffbedarf hier nicht völlig gedeckt.

3.3. Große Wallanlagen

Die Fläche 11 – Tabellen 5 und 6 – lag im Zentrum der großen Wallanlagen entlang der ausgedehnten Wasseroberfläche. Trotz teilweise stärkerer Benutzung dieser Fläche und ungünstiger Bodenverhältnisse (MOLZAHN, 1973) sah die Fläche recht gut aus; hervorzuheben ist der geringe *Poa annua*-Anteil. Derartig zusammengesetzte Mischungen sind jedoch auf regelmäßige, stickstoffbetonte Düngergaben angewiesen.

An den Randzonen dieser Fläche kamen einige *Lolium perenne*-Horste vor, was vermutlich auf Nachsaaten zurückzuführen ist.

Gegenüber der „Rasenvergleichsschau“ lag die Fläche 12. Bei dieser Fläche handelt es sich sehr wahrscheinlich um eine bereits ältere Anlage, die sich sicherlich durch weitere regelmäßige Düngergaben noch verbessern läßt. Die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes wechselte erheblich zwischen den einzelnen Vegetationsaufnahmepunkten. *Deschampsia caespitosa* kam verstärkt an den Randzonen vor, was wohl auch im Zusammenhang mit Nachsaaten der Ränder zu sehen ist.

Tabelle 5:
Rasen in den Großen Wallanlagen

Fläche Nr.	11	12	13	14
<i>Agropyron repens</i>		+		
<i>Agrostis stolonifera</i>		+		
<i>Agrostis tenuis</i>		9	2	57
<i>Cynosurus cristatus</i>	18			
<i>Dactylis glomerata</i>			+	
<i>Deschampsia caespitosa</i>		+		
<i>Festuca rubra</i>	+	43	11	1
<i>Holcus lanatus</i>			+	
<i>Lolium multiflorum</i>			+	
<i>Lolium perenne</i>	+		4	
<i>Phleum nodosum</i>	5		+	
<i>Poa annua</i>	5	34	11	18
<i>Poa pratensis</i>	72	13	69	13
<i>Trifolium repens</i>			2	8
<i>Achillea millefolium</i>	+		+	
<i>Bellis perennis</i>		+	+	+
<i>Cerastium caespitosum</i>		1	1	
<i>Plantago maior</i>	+	+	+	3
<i>Polygonum aviculare</i>	+		+	
<i>Prunella vulgaris</i>			+	+
<i>Ranunculus repens</i>			+	
<i>Rumex acetosa</i>			+	
<i>Taraxacum officinale</i>			+	

Tabelle 6:
Gewichtsanteile einzelner Arten in der Saatmischung – Aussaatstärke 20 g/m²

Fläche Nr.	11
<i>Cynosurus cristatus</i> ROZNOVSKA	12
<i>Festuca rubra</i> commutata TOPIE	15
<i>Phleum nodosum</i> S 50	3
<i>Poa pratensis</i> ARISTA	40
<i>Poa pratensis</i> MERION	30

Die Flächen 13 und 14 lagen im „Fernsehgarten“; bei der Fläche 13 handelt es sich um einen begrünten Wall. Dagegen wies die Fläche 14 kein Gefälle auf. Der Bestand der Fläche 13 war recht lückig und wies vereinzelt sogar Fehlstellen auf, was möglicherweise auf Mäharbeiten bei dieser Oberflächenform zurückzuführen ist. Die große Anzahl der verschiedenen Arten ist sehr wahrscheinlich auf diese Gegebenheit zurückzuführen. Flächen mit einer derartigen Oberflächenform wie Wälle oder steilere Böschungen, die häufig geschnitten werden müssen, sollte man grundsätzlich nicht mit Rasen begrünen, da die Unfallgefahr beim Mähen nicht unerheblich ist, die Kosten für Mäharbeiten wesentlich höher liegen und andere Bepflanzungen günstiger sind.

Der Bestand der Fläche 14 zeichnete sich neben einer stärkeren Verunkrautung durch eine helle Färbung und lockere Narbe aus, was anscheinend auf eine unzureichende Düngung zurückzuführen ist.

3.4. Rasenvergleichsschau

Ähnlich wie bei der letzten Bundesgartenschau in Köln war auch in Hamburg eine Teilfläche mit sehr verschiedenen Mischungen und Reinsaaten angelegt. So waren Mischungen für Wildrasen, Böschungen, Gebrauchsrasen, Sportrasen und Zierrasen vorhanden. Die Unterschiede im Aspekt waren allerdings bei diesen Rasentypen minimal, da Schnitthöhe und -häufigkeit sowie sehr wahrscheinlich auch die Düngung einheitlich waren. Von den in einigen Mischungen enthaltenen Kräutern, wie *Lotus corniculatus*, *Trifolium dubium*, *Achillea millefolium* und *Sanguisorba minor*, war letztlich im Pflanzenbestand nur *Achillea millefolium* zu finden.

An Reinsaaten waren insgesamt fünf verschiedene Sorten von drei Arten vorhanden. So war von einer Art, die nur mit einer Sorte in dieser Vergleichsschau vertreten war, eine Sorte zur Ansaat gelangt, die vom Bundessortenamt noch nicht zugelassen ist. Ob bei einem derartigen Vorgehen wirkliche Aufklärungsarbeit geleistet wird, ist zu bezweifeln.

Ähnlich wie bei früheren Beobachtungen (BOEKER u. OPITZ v. BOBERFELD, 1971) war auch hier festzustellen, daß Schilder bei den Mischungen als auch bei den Reinsaaten vertauscht waren. Diese bereits nun mehrfach gemachte Feststellung sollte bei zukünftigen Bundesgartenschauen beachtet und eine Kennzeichnung gewählt werden, die Verwechslungen ausschließt.

4. Diskussion

An einigen größeren Rasenflächen waren Schilder angebracht, die über die verwendete Saatmischung und teilweise auch über die gewählte Saatmenge Auskunft gaben. Zukünftig sollte man weiter so verfahren, da auf diese Weise den Besuchern noch mehr an Information geboten wird. Hier sollte man allerdings nicht nur den Namen der Mischung aufführen, wie dies in Hamburg überwiegend geschah, sondern die Arten und Sorten mit ihren Anteilen in der Saatmischung aufführen. Vielfach sagen Mischungsamen recht wenig etwas über die Zweckmäßigkeit der Mischung aus und die Vergleichbarkeit wird so in der Regel sehr erschwert.

Bei derartigen Ausstellungen sollte zukünftig eine Beschilderung gewählt werden, die Verwechslungen ausschließt. Es sollten Schilder angebracht werden, die bei den Mäharbeiten nicht beseitigt werden müssen. Derartige Schilder werden bereits bei häufig besichtigten Versuchsflächen verwendet.

Der Schnitt sollte auf die verschiedenen Rasentypen abgestimmt werden. So sollte ein Zierrasen, der zu einem großen Teil aus *Agrostis tenuis* besteht, wie dies beispielsweise bei

den Flächen 6, 7, 8 und 9 der Fall ist, wesentlich tiefer geschnitten werden als Rasen, die eine andere Zusammensetzung aufweisen. Nur bei einem derartigen Vorgehen kommen die wirklichen Unterschiede der verschiedenen Rasentypen zum Tragen.

Selbst bei dem Vorhandensein sehr verschiedener Rasentypen auf den größeren Flächen haben Rasenvergleichsschauen ihren besonderen Wert. Die Unterschiede zwischen den Rasentypen lassen sich dem Besucher auf diese Weise anschaulich und einprägsam demonstrieren. Zukünftig ist jedoch zweierlei bei der Anlage zu beachten. Einmal ist die Parzellengröße und -form so zu wählen, daß vorhandene Unterschiede deutlich zum Ausdruck kommen, d. h. die Parzellen sind nicht so groß zu wählen. Ferner sollte man neben sachgerechten auch nicht sachgemäße Mischungen zur Aussaat bringen. Ebenso ist auch bei den Reinsaaten zu verfahren, indem man neben ansaatwürdigen auch nicht ansaatwürdige Arten zur Aussaat bringt. Da die Unkenntnis über Rasenfragen bei vielen Gartenbesitzern noch großen Raum einnimmt, sei vorgeschlagen, auch bei zukünftigen Bundesgartenschauen derartige Demonstrationsflächen vorzusehen.

In den Geländeabschnitten „Planten un Blumen“ und „Große Wallanlagen“ waren recht steile Böschungen noch als Rasenfläche angelegt. Da die Pflegekosten und die Qualität der Pflegearbeiten bei einer derartigen Oberflächenform sehr ungünstig zu beurteilen sind, sollte man hier den Rasen durch pflegearme Bepflanzungen, z. B. mit u. a. *Cotoneaster dammeri* oder *Vinca minor*, *Pachysandra terminalis*, ersetzen.

Bis auf eine Randzone, wobei es sich offensichtlich um eine Nachsaat handelte, war *Festuca arundinacea* auf dem gesamten Gelände nicht festzustellen. Obwohl diese Art für die Anlage derartiger Flächen als nicht ansaatwürdig zu betrachten ist, enthalten heutzutage eine ganze Reihe von Mischungen einen gewissen Anteil von *Festuca arundinacea*.

5. Zusammenfassung

Auf der Internationalen Gartenbauausstellung in Hamburg waren sehr verschiedene Rasenflächen sowie eine Rasenvergleichsschau angelegt. Folgende Schlußfolgerungen lassen sich aus den dargestellten Ergebnissen ableiten:

1. Bei einem hohen Anteil von *Agrostis tenuis* in der Saatmischung in Verbindung mit einer hohen Aussaatstärke sollte man auf weitere wertvolle Mischungspartner verzichten, da diese durch die hohe Konkurrenzkraft von *Agrostis tenuis* unterdrückt werden.
2. Es zeigte sich, daß bei größerem Schatteneinfluß *Festuca ovina* im Gemisch mit *Agrostis tenuis* und *Festuca rubra* vermutlich nicht als ansaatwürdig zu betrachten ist, da diese Art durch *Agrostis tenuis* und *Festuca rubra* unterdrückt wird.
3. Flächen mit steilen Böschungen sollten nicht für Rasenanlagen verwendet werden, da der Narbenschluß an ein höheres Risiko gebunden und eine sachgemäße Pflege vielfach wesentlich erschwert oder gar nicht möglich ist. Es wird vorgeschlagen, derartige Flächen mit niedrig bleibenden Pflanzen zu begrünen.
4. Einzelparzellen für Rasenvergleichsschauen sind in ihrer Größe und Form auf den beabsichtigten Zweck hin abzustimmen. Die Flächen dürfen nicht so groß bemessen werden, da andernfalls der erforderliche Gesamtüberblick wesentlich beeinträchtigt wird. Ferner sollte man bei derartigen Demonstrationsflächen neben sachgerechten Mischungen und ansaatwürdigen Arten auch nicht sachgerechte Mischungen und nicht ansaatwürdige Arten verwenden, da auf diese Weise auf Unterschiede besonders hingewiesen werden kann.
5. Es wurde angeregt, zukünftig bei Bundesgartenschauen zumindest alle neu angelegte Rasen mit Schildern zu versehen, aus denen die Zusammensetzung der verwendeten Saatmischung hervorgeht. Ausgehend von dem Vertauschen mehrerer Schilder bei den Flächen der Rasen-

vergleichsschau wurde angeregt, zukünftig bei derartigen Schauen Schilder zu verwenden, die wegen der Mäharbeiten nicht entfernt werden müssen.

6. Literaturverzeichnis

1. BOEKER, P. u. W. OPITZ v. BOBERFELD, 1971: Beobachtungen auf den Rasenflächen der Bundesgartenschau Köln. — Der Erwerbsgärtner 25, S. 1623–1625.
2. FISCHER, W. u. E. LÜTKE ENTRUP, 1972: Die wichtigsten Gräser. — Selbstverl. Hamburg, 120 S.
3. KLAPP, E., 1965: Taschenbuch der Gräser. — 9. Aufl., Verl. Paul Parey, Berlin u. Hamburg, 260 S.
4. MOLZAHN, G., 1973: Schriftl. Mitt. v. 2. 10. 73.
5. OBERDORFER, E., 1962: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. — 2. Aufl., Verl. Eugen Ulmer, Stuttgart, 987 S.
6. SONDERDIENSTSTELLE IGA, 1973: IGA Hamburg 73. — Selbstverl. 91 S.

Zusammenfassung:

Ähnlich wie in öffentlichen Grünanlagen wird ein großer Teil der Gesamtfläche der Internationalen Gartenbauausstellung in Hamburg von Rasenflächen eingenommen. In diesem Beitrag wird über die Eigenschaften der verschiedenen Rasenflächen berichtet. Darüber hinaus sollen mit den Ausführungen Anregungen für die Gestaltung von Rasenflächen auf zukünftigen Gartenbauausstellungen gegeben werden.

Bei hohen *Agrostis tenuis*-Anteilen in der Saatmischung und hohen Saatstärken sollte man auf weitere wertvolle Mischungspartner verzichten, da diese durch die hohe Konkurrenzkraft von *Agrostis tenuis* unterdrückt werden. Ferner zeigte sich, daß bei größerem Schatteneinfluß *Festuca ovina* im Gemisch mit *Agrostis tenuis* und *Festuca rubra* nicht als ansaatwürdig zu betrachten ist. Flächen mit steilen Böschungen sollten grundsätzlich nicht für die Anlage von Rasenflächen benutzt werden; es wird vorgeschlagen, derartige Flächen mit pflegearmen Bepflanzungen zu begrünen. Der Wert von Rasenvergleichsschauen bei derartigen Veranstaltungen wird hervorgehoben. Allerdings sind bei deren Planung einige Grundsätze zu beachten, wie kleine übersichtliche Flächen und die Verwendung sachgerechter wie auch nicht sachgerechter Mischungen sowie ansaatwürdige und nicht ansaatwürdige Reinsaaten. Es wird vorgeschlagen, sämtliche Rasenflächen mit Schildern zu versehen, aus denen die Zusammensetzung der Saatmischung hervorgeht. Hier sind Schilderformen zu verwenden, die Verwechselungen ausschließen, da andernfalls der Lehrzweck infrage gestellt ist.

Summary

A large part of the total area of the International Horticultural Show in Hamburg will be covered by lawn, similarly to the custom used in public parks. This article depicts the characteristics of the difference in turfs. It is furthermore the purpose of this article to provide ideas and impulses for the lay-out of turfs in horticultural shows in the future.

In cases where the seed mixture contains a large percentage of *Agrostis tenuis* and when large seed quantities are applied, one should refrain from including more valuable mixture components, because they will be only suppressed by *Agrostis tenuis*, because of its high competitive power. It also appeared that under more shady conditions *Festuca ovina*, in a mixture with *Agrostis tenuis* and *Festuca rubra*, proved to be not suitable for sowing. Turf grasses should on principle not be sown on steep slopes. It is suggested, instead, to use plants which require little maintenance, for the purpose of providing a green cover. The importance of demonstrational shows to compare the different turfs within the framework of such events should be underlined in this connection. But some principles should be observed when planning such shows, such as: small, clearly arranged plots, the use of proper as well as unsuitable mixtures and of pure seed worthy to be sown and not suitable for sowing. It is also suggested to provide all the turf plots with signs which provide details of the composition of the seed mixture. But when signs are used care should be taken that no confusion occurs, for otherwise the educational results would be doubtful.

Anwendungsmöglichkeiten der „Point-quadrat“-Methode für Bestandsaufnahmen bei Rasen

F. Riem Vis, Haren (Gr.)/Niederlande

Einführung

Als wir vor einigen Jahren unsere Rasenforschungen angefangen haben, war eine der wichtigen Fragen, welche Beobachtungen gemacht werden sollten und welche Methoden zur Verfügung standen. Hinsichtlich der Bestandsaufnahme waren mehrere Methoden bekannt, die aber zum größten Teil die Bestimmung der Produktionsfähigkeit des Grünlandes zum Ziel hatten. Für Rasen ist die Produktion von untergeordneter Bedeutung. Man verlangt im allgemeinen eine möglichst gleichmäßige, gut geschlossene Narbe, die eine schöne grüne Farbe haben soll. Sport- und Spielrasen sollen außerdem strapazierfähig sein. Aus diesen Anforderungen läßt sich schließen, daß die Deckungsanteile der einzelnen Gräser festzustellen sind, damit man weiß, welche Arten sich unter den Bedingungen des Rasens am besten bewähren. Auch der Einfluß der Pflegemaßnahmen und der Düngung auf die botanische Zusammensetzung der Narbe kann am besten an den Deckungsanteilen festgestellt werden. Man soll daher eine Methode der Flächenschätzung oder der Häufigkeitsbestimmung benutzen. Weil die Bestandsaufnahmen zeitlich wiederholt werden müssen und jede Untersuchung eine große Zahl an Einzelproben umfassen soll, darf die Narbe von der Probenahme nicht geschädigt werden, zumal bei Versuchsfeldern mit kleinen Parzellen. Man braucht daher eine möglichst objektive Methode zur Bestimmung der Häufigkeit oder des Deckungsanteils der Gräser, die öfters wiederholt werden kann, ohne die Narbe zu beeinflussen. Nach BROWN (1954) bieten nur visuelle Schätzungen und die „Point-quadrat“-Methode die Möglichkeit, Deckungsanteile annähernd festzustellen. Die letztere Methode, die von LEVY und MADDEN (1933) entwickelt wurde, stützt auf dem Prinzip, daß ein Punkt das Limit einer immer kleiner werdenden Probestfläche ist. Obwohl die Methode in erster Linie eine Methode der Flächenschätzung ist, kann sie auch für die Häufigkeitsbestimmung benutzt werden. KLAPP (1934) hat diese Methode als die exakteste, aber auch in der Anwendbarkeit beschränkteste Methode gekennzeichnet. Die Beschränkungen: „je verschiedener die von den Arten des Bestandes erreichte Höhe und Wuchsform, desto größer die Gefahr, daß mechanische Genauigkeit der Methode und biologische Erfassung des tatsächlichen Bestandes in Gegensatz geraten“, sind gerade bei kurzgeschnittenen Rasen von untergeordneter Bedeutung. Wohl deswegen kam BROWN (1954) zum Schluß, daß die Methode besonders geeignet sei für kurze, dichte Narben wie zum Beispiel Zierrasen und Golfplätze. Die Forschungsarbeiten von TINNEY et al. (1937), CROCKER und TIVER (1948) und VAN KEUREN und AHLGREN (1957) unterstützen diese Auffassung. Es ist allerdings zu beachten, daß der Anteil des unbedeckten Bodens bei dieser Methode im allgemeinen zu niedrig geschätzt wird. Die Chance, daß überhaupt kein Gras berührt wird, ist, auch in einer lockeren Narbe, verhältnismäßig klein. Die Methode wird bei der Rasenforschung wenig angewandt. Weil sie wahrscheinlich nicht jedem Forscher bekannt ist, erschien es uns wichtig, eine Beschreibung der Methode zusammen mit unseren Ergebnissen zu veröffentlichen.

Methode

Die Point-quadrat-Methode (LEVY und MADDEN, 1933) verwendet eine Stange mit zehn dünnen in Abständen von 5 cm senkrecht durch die Stange beweglichen Speichen. Das Gerät wird auf die Probestfläche gestellt, wobei der Abstand von der Stange zur Narbe 20 bis 30 cm ist. Die Arten der Pflanzen, die beim Hinunterlassen der Speichen berührt werden, werden aufgeschrieben. Es gibt dabei verschiedene Möglichkeiten. Man kann bei jeder Speiche nur die Art der erst berührten Pflanze, oder die Art aller berührten Pflanzenteile (eine Grasart kann z. B. viermal von einer Speiche berührt werden), oder aber die von jeder Speiche berührten Arten nur einmal notieren. Wegen des benötigten Zeitaufwands haben wir die letztere Methode gewählt und untersuchten außerdem, ob mit der ersten zuverlässige Ergebnisse erreicht werden könnten. Wir haben das Gerät einigermaßen modifiziert. Weil nach LEVY und MADDEN (1933) der Abstand zwischen den Speichen so groß sein soll, daß ein Horst einer Grasart oder eine Pflanze breitblättriger Unkrautarten möglichst nur von einer Speiche berührt werden kann, haben wir den Abstand zwischen zwei Speichen auf 10 cm gestellt. Unser Gerät hat daher eine Länge von 1 m. Der Durchmesser der Speichen ist 2 mm (Abbildung 1).

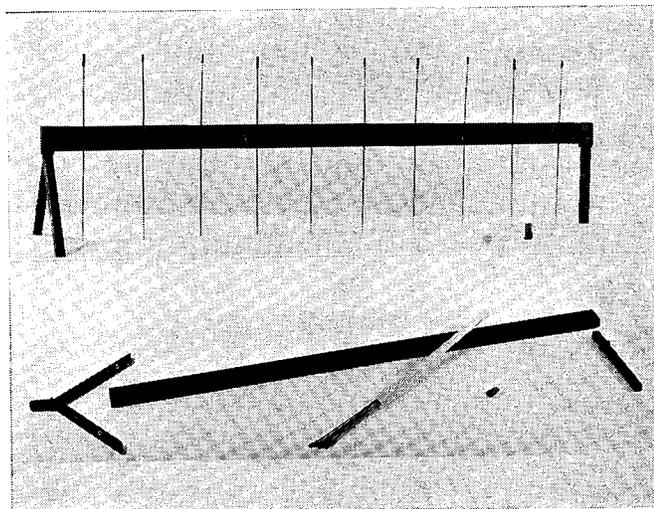


Abb. 1: Das Spitzengerät

Weil unsere Rasenversuche, die mit Sportplatzmischungen eingesät wurden, ziemlich homogene Narben haben, die nur wenig Arten enthalten, nehmen wir 40 Einzelproben (Speichen) je Parzelle. Die Parzellen haben eine Größe von 13 bis 25 m² und die Versuche wurden in drei bis vier Wiederholungen angelegt. Nach BROWN (1954) würden für dominante Arten 100 bis 200 Einzelproben genügen, während für weniger vorkommende Arten 400 bis 500 Einzelproben genommen werden sollten.

Beobachtungen und Ergebnisse

Im nachfolgenden geben wir eine Übersicht und Besprechung der bisher gemachten Bestandsaufnahmen.

A: Versuch IB 1768

Stickstoffdüngungsstufen und unterschiedliche Schnittgutabfuhr.

Die Narbe dieses Versuchsfelds wurde im Winter 1971/1972 von der Bewalzung mit der Stollenwalze ernsthaft geschädigt. Am 4. April 1972 wurde mit 40 kg *Lolium perenne*, Sorte Pelo, je ha nachgesät und anschließend übersandet. Die Bestandsaufnahmen wurden am 12. März gemacht, also vor dem Nachsäen, ferner am 1. Juni und am 1. August 1972. Die von jeder Speiche berührten Gräserarten, Unkräuter, beziehungsweise unbedeckter Boden wurden notiert. Bei der letzten Aufnahme wurde die erst berührte Art unterstrichen. Weil kein gesicherter Einfluß der Schnittgutabfuhr festgestellt werden konnte, haben wir die Zahl der Kontakte über fünf Abfuhrfrequenzen summiert. Bei 40 Speichen je Parzelle und drei Wiederholungen bekamen wir in dieser Weise die Zahl der Kontakte der einzelnen Arten je 600 Speichen bei fünf Stickstoffdüngungsstufen. Die Tabelle 1 gibt die Zusammenfassung der Ergebnisse wieder. Der Einfluß der Düngung und die zeitlichen Änderungen des Bestandes sind deutlich zu erkennen.

Tabelle 1: Versuch IB 1768, Bestandsaufnahmen im Jahre 1972, Zahl der Kontakte je 600 Speichen

	kg N/ha/ Jahr					Total
	60	120	180	240	300	
12. März						
<u>Lolium perenne</u>	340	286	246	272	261	1405
<u>Poa annua</u>	182	207	174	153	110	826
<u>Phleum nodosum</u>	35	23	22	16	9	105
<u>Poa pratensis</u>	30	31	26	28	26	141
<u>Agrostis</u>	151	107	68	36	44	406
unbedeckt	76	103	161	163	207	710
1. Juni						
<u>Lolium perenne</u>	496	437	452	492	504	2381
<u>Poa annua</u>	353	405	440	408	367	1973
<u>Phleum nodosum</u>	273	195	123	81	65	737
<u>Poa pratensis</u>	60	72	50	58	71	311
1. August						
<u>Lolium perenne</u>	420	371	391	414	429	2025
<u>Poa annua</u>	409	469	510	479	458	2325
<u>Phleum nodosum</u>	201	116	92	66	35	510
<u>Poa pratensis</u>	92	66	70	64	88	380
Unkraut	43	18	7	6	5	79
1. August, erster Kontakt						
<u>Lolium perenne</u>	267	216	230	248	272	1233
<u>Poa annua</u>	183	297	304	284	280	1348
<u>Phleum nodosum</u>	89	52	40	43	15	239
<u>Poa pratensis</u>	22	10	18	19	24	93
Unkraut	23	6	4	3	3	39
Total						2952*

* Die Gesamtzahl sollte 3000 sein, selten vorkommende Arten sind nicht in der Tabelle enthalten.

Anfang März kamen bei steigender Stickstoffdüngung die Gräser weniger vor und es war mehr unbedeckter Boden vorhanden. Dieser Stickstoffeffekt könnte von einem Düngungsfehler beim Einsäen in 1971, der den Aufgang bei den höheren Stickstoffgaben beeinträchtigte, hervorgerufen sein.

Jedenfalls hat die kaum ein Jahr alte Narbe die Bewalzung in den Wintermonaten schlecht überstanden. Der ziemlich hohe Anteil an *Agrostis* ist unter diesen Bedingungen erstaunlich. Im Juni und August kamen *Phleum nodosum* und Unkräuter weniger vor, wo mehr Stickstoff gegeben wurde. Zwischen dem Anteil von *Poa annua* und der Stickstoffmenge war ein parabolischer Zusammenhang zu erkennen. Die Tabelle 2

Tabelle 2: Durchschnittliche Prozentanteile der Kontakte

	12. März	1. Juni	1. August	1. August, erster Kontakt
<u>Lolium perenne</u>	39,1	44,1	38,1	41,8
<u>Poa annua</u>	23,0	36,5	43,7	45,7
<u>Phleum nodosum</u>	2,9	13,6	9,6	8,1
<u>Poa pratensis</u>	3,9	5,8	7,1	3,1
<u>Agrostis</u>	11,3			
Unkraut			1,5	1,3
unbedeckt	19,8			

gibt die durchschnittlichen Prozentanteile wieder. Es zeigt sich, daß die im Frühling lückenhafte Narbe im Juni und August wieder völlig geschlossen war. Die Anteile der Arten *Poa annua*, *Phleum nodosum* und *Poa pratensis* haben im Laufe der Wachstumsperiode deutlich zugenommen. Im August waren auch einige Unkräuter eingewandert.

Beim Vergleich der zwei Aufnahmemethoden am 1. August fällt ein Rückgang des Anteils an *Poa pratensis* auf, falls nur der erste Kontakt notiert wurde. Dies hängt wohl zusammen mit der Wuchsform und mit dem geringen Deckungsanteil dieser Art.

Die Ergebnisse lehren, daß Unterschiede zwischen Behandlungen und zeitliche Änderungen des Bestandes mit der Pointquadrat-Methode festgestellt werden können. Für wenig vorkommende Arten ist die Notierung aller Arten je Speiche zu bevorzugen.

Am 15. März und am 16. Mai 1973 wurden neue Bestandsaufnahmen gemacht, wobei nur die ersten Kontakte aufgeschrieben wurden. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3 dar-

Tabelle 3: Zahl der ersten Kontakte je 600 Speichen

	kg N/ha/Jahr					Total	Prozentsatz
	60	120	180	240	300		
15.3.1973							
<u>Lolium perenne</u>	269	284	228	244	246	1271	43,2
<u>Poa annua</u>	233	239	300	290	287	1349	45,8
<u>Phleum nodosum</u>	34	20	21	13	12	100	3,4
unbedeckt	50	46	39	43	45	233	7,6
16.5.1973							
<u>Lolium perenne</u>	273	252	228	244	267	1264	42,6
<u>Poa annua</u>	169	248	295	327	305	1344	45,3
<u>Phleum nodosum</u>	95	78	50	19	23	265	8,9
<u>Poa pratensis</u>	10	4	10	5	3	32	1,1
<u>Cynosurus cristatus</u>	16	4	1	2	0	23	0,8
Unkraut	24	12	3	0	0	39	1,3

gestellt worden. Ebenso wie im Jahre 1972 finden wir einen Rückgang der Art *Phleum nodosum* und des Unkrauts bei steigenden Stickstoffgaben. Augenscheinlich kommt auch *Cynosurus cristatus* weniger vor, wenn mehr Stickstoff gegeben wird. Zwischen dem Vorkommen von *Poa annua* und der Höhe der Stickstoffdüngung ist wieder ein parabolischer Zusammenhang zu beobachten.

B: Versuch IB 1954

Ein zweites Versuchsfeld mit Stickstoffdüngungsstufen wurde am 11. April 1972 mit der Sportplatzmischung SV 4 eingesät

(65 % *Poa pratensis*, 30 % *Lolium perenne* und 5 % *Phleum nodosum*). Am 18. August machten wir die erste Bestandsaufnahme (Tabelle 4).

Tabelle 4: Versuch IB 1954, Bestandsaufnahme am 18. 8. 1972, Zahl der Kontakte je 160 Speichen

	kg N/ha/Jahr				Total	Prozentsatz
	60	120	180	240		
alle Kontakte						
<u><i>Lolium perenne</i></u>	128	142	140	147	557	58,5
<u><i>Poa pratensis</i></u>	23	30	48	51	152	16,0
<u><i>Phleum nodosum</i></u>	47	43	51	59	200	21,0
Unkraut	21	8	8	6	43	4,5
erster Kontakt						
<u><i>Lolium perenne</i></u>	109	127	125	119	480	78,2
<u><i>Poa pratensis</i></u>	10	12	7	8	37	6,0
<u><i>Phleum nodosum</i></u>	25	16	21	18	80	13,0
Unkraut	9	2	4	2	17	2,8

Obwohl die unterschiedlichen Stickstoffmengen (Teilgaben von 12, 24, 36 und 48 kg N/ha) am 1. August zum ersten Male verabreicht wurden, war ein Einfluß der Stickstoffdüngung auf das Vorkommen von *Poa pratensis* und Unkraut zu beobachten. Dies war aber nur der Fall, wenn alle kontaktierten Arten aufgeschrieben wurden. Bei den ersten Kontakten war der Prozentsatz für *Lolium perenne* wesentlich höher und der Anteil an *Poa pratensis*, *Phleum nodosum* und Unkraut niedriger als bei der ausführlichen Aufnahme. Ebenso wie beim Versuch IB 1768 hat sich herausgestellt, daß für eine richtige Erfassung nicht dominanter, niedrig wachsender Arten die Notierung aller kontaktierten Arten notwendig ist.

Außerdem konnte festgestellt werden, daß die Streuung zwischen den vier Wiederholungen der gleichen Düngung größer war als die Differenzen innerhalb der Parzellen. Es hätte

Zusammenfassung

Für die Bestandsaufnahme bei Rasen wird die „Point-Quadrat-Methode“ empfohlen.

Das bei den Versuchsarbeiten benutzte Gerät enthält in Abständen von 10 cm zehn Speichen, die senkrecht beweglich sind. Die beim Hinunterlassen der Speichen berührten Pflanzenarten werden aufgeschrieben. In dieser Weise bekommt man eine Schätzung der Deckungsanteile der einzelnen Gräser, beziehungsweise der Kräuter oder des unbedeckten Bodens.

Die Ergebnisse bei Feldversuchen mit unterschiedlichen Stickstoffgaben, die mit einer Sportplatzmischung eingesät wurden, werden besprochen. Falls man den Anteil wenig dominanter Arten richtig erfassen will, sollen alle berührten Arten je Speiche notiert werden. Interessieren nur die dominanten Arten, so wird ein Aufschreiben der beim Hinunterlassen der Speichen erstmalig kontaktierten Arten genügen.

Der benötigte Zeitaufwand ist bei dieser verhältnismäßig objektiven Methode immerhin ziemlich groß.

daher keinen Zweck, die Zahl der Proben je Parzelle zu erhöhen. Weil es sich um eine junge, noch nicht völlig geschlossene Narbe handelt, werden wir vorläufig mit vier Proben (40 Speichen) je Parzelle weiterarbeiten.

C: Beobachtungsgeschwindigkeit

Obwohl die Point-Quadrat-Methode von mehreren Autoren als verhältnismäßig schnell angedeutet wurde, ist der benötigte Zeitaufwand doch ziemlich groß. Unter guten Wetterbedingungen schaffte eine Person bei der ausführlichen Aufnahme im Durchschnitt etwa 200 Speichen je Stunde. Werden alle kontaktierten Arten je Speiche angeschrieben, so können die Aufnahmen aber am besten von zwei Personen mit einem Gerät durchgeführt werden.

Literaturverzeichnis

- ANONYMOUS, 1961: Research techniques in use at the Grassland Research Institute Hurley. Commonw. Bur. Pastures Field Crops, Hurley, Berkshire, Bull. 45, 184 pp.
- BROWN, D., 1954: Methods of surveying and measuring vegetation. Commonw. Bur. Pastures Field Crops, Hurley, Berkshire, Bull. 42, 223 pp.
- CROCKER, R. L. and TIVER, N. S., 1948: Survey methods in grassland ecology. J. Br. Grassl. Soc. 3, pp. 1-26.
- DE VRIES, D. M., 1937: Methods of determining the botanical composition of hayfields and pastures. Rep. Fourth Int. Grassl. Congr., G. B., 1937, pp. 474-480.
- DREW, W. B., 1944: Studies on the use of the point-quadrat method of botanical analysis of mixed pasture vegetation. J. Agric. Res. 69, pp. 289-297.
- KLAPP, E., 1934: Über Methoden der Grünlandbestandesuntersuchung. Verhandlungsber. III. Grünland-Kongr. Nord- Mitteleur. Länder, Schweiz, 1934, S. 193-202.
- LEVY, E. B. and MADDEN, E. A., 1933: The point method of pasture analysis. N. Z. J. Agric. 46, pp. 267-279.
- TINNEY, F. W., AAMODT, O. S. and AHLGREN, H. L., 1937: Preliminary report of a study on methods used in botanical analysis of pasture swards. J. Am. Soc. Agron. 29, pp. 835-840.
- VAN KEUREN, R. W. and AHLGREN, H. L., 1957: A statistical study of several methods used in determining the botanical composition of a sward: 1. A study of established pastures. Agron. J. 49, pp. 532-536.

Summary

In determining the botanical composition of turfs the point-quadrat method proved to be useful. The sampling apparatus contains ten thin spikes spaced 10 cm apart, which can be moved vertically. Grass species touched when the spikes are moved down into the sward are noted. In this way it is possible to estimate the fraction of the ground cover that is occupied by different grass species, herbs, or that has remained bare.

Results obtained with experimental athletic turfs are discussed.

If a correct estimate is desired of the proportion of infrequently occurring species, all types touched by a spike should be noted. If only the dominant types are of interest, it will be sufficient to record the species that are touched first when the spikes are moved down.

Measurements made by means of this relatively objective method are rather time-consuming.

Aus der internationalen Literatur

Einfluß durchlässiger Vegetationsschichten über Plastik auf das Wachstum von Flechtstraußgras (*Agrostis palustris* Huds.) (Effect Porous Rootzone Materials Underlined with Plastic on the Growth of Creeping Bentgrass [*Agrostis palustris* Huds.]) D. S. RALSTON, W. H. DANIEL; *Agronomy J.* **65**, 229–232, 1973.

Die Unfähigkeit der meisten Böden, der Bodenverdichtung bei Belastung zu widerstehen, ist seit einigen Jahren Anlaß intensivster Forschung, um durchlässige „Wurzelzonen“-Vegetationsschichten zu erarbeiten. Über die Reaktion der Rasendecke aus *Agrostis palustris* auf verschiedenen Vegetationsschichten, die alle ohne Boden, dagegen weitestgehend aus Sand zusammengesetzt wurden, wird berichtet. Die Versuche wurden im Rahmen des PURR-Wick-Systems für Puttinggreens durchgeführt, das bei durchlässiger Vegetationsschicht die Wasserzurückhaltung durch auf den Baugrund ausgelegte Plastikfolien zum Ziel hat. Die Vegetationsgemische hatten eine Infiltrationsrate von 7 bis 50 cm/Stunde.

Die Wasserhaltefähigkeit dieses Gemisches stand in Beziehung zur Korngröße des Sandes, so daß sie bei feinkörnigem Sand höher war. Der Wasserhaltefähigkeit folgte auch die Trockenheitsanfälligkeit. Dagegen konnten Welkeanzeichen bei Parzellen mit Unterflurbewässerung in Trockenperioden ganz vermieden werden.

(W. Skirde, Gießen)

Einfluß verschiedener Stickstoffquellen, Zeiten und Mengen auf Qualität und Wachstumsrate von kälteverträglichen Gräsern (Effects of Various Nitrogen Sources, Timing, and Rates on Quality and Growth Rate of Cool-Season Turfgrasses) F. B. LEDEBOER and C. R. SKOGLEY; *Agronomy J.* **65**, 243–246, 1973.

Es wird über Versuche berichtet, die sich vornehmlich mit der Herbst- und Spätherbstdüngung von Rasenflächen befassen. Hierbei spielt die Frage der Stickstoffverteilung eine besondere Rolle. Dabei bewirkte die Herbst- und Spätherbstdüngung (September und Ende November) eine ausgeglichene Rasenqualität und einen geringeren Schnittgutanteil als eine vergleichsweise Frühjahrs- und Sommerdüngung. Außerdem wies die Versuchsgrasart *Poa pratensis* bei Herbst- und Spätherbstdüngung eine bessere Winterfarbe auf und ergrünte im Frühjahr eher. Diese Effekte wurden jedoch im wesentlichen nur mit Ammoniumnitrat erzielt, während Ureaformaldehyd weniger günstige Ergebnisse erbrachte.

(W. Skirde, Gießen)

Konkurrenz zwischen vorhandenen Baumwurzeln und neu angesäter Wiesenrispe (Competition Between Established Tree Roots and Newly Seeded Kentucky Bluegrass). C. E. WHITECOMB, E. C. ROBERTS; *Agronomy J.* **65**, 126–129, 1973.

In der Landschaftsgestaltung entsteht oft die Situation, daß Rasenanbauten, ob im Rahmen neuer Anlagen oder bei der Erneuerung alter Flächen, unter bestehende Bäume vorzunehmen sind. Die vorliegende Untersuchung befaßt sich mit dem Verhalten neu angesäter Wiesenrispe gegenüber bewurzelten Baumarten wie *Acer saccharinum* und *Gleditsia triacanthos*. Die vorhandenen bewurzelten Baumarten beeinflussten die angesäte Wiesenrispe, nicht aber die Wiesenrispe die Bewurzelung der Baumarten. In Gegenwart von Baumwurzeln war das Blatt-, Narben- und Wurzelgewicht von Wiesenrispe geringer, auch wurde die Wurzeleindringung in die Hauptbodenmasse durch *Acer saccharinum* reduziert, so daß stets eine 1 cm dicke Rasennarbe sich leicht von dem Boden abheben ließ. Vorhandene Baumwurzeln verringerten die Anzahl der angesäten Graspflanzen, hatten aber keinen Effekt auf die Triebbildung.

Eine biochemische Hemmung im Sinne der Allelopathie wird nicht ausgeschlossen.

(W. Skirde, Gießen)

Selektivität von Bromacil bei Wiesenrispe und Knaulgras (Selectivity of Bromacil on Kentucky Bluegrass and Orchardgrass). J. W. SHRIVER, S. W. BINGHAM; *Crop Sci.* **13**, 45–49, 1973.

Die selektive Bekämpfung unerwünschter perennierender Gräser in Wiesenrispen-Rasen wird als ein ungelöstes Problem betrachtet, wobei besonders die Verunreinigung mit Knaulgras im Vordergrund steht. Hierzu haben Versuche mit Bromacil positive Teilergebnisse erbracht.

Die selektive Wirkung von Bromacil gegenüber Knaulgras beruht im wesentlichen auf einer Beeinträchtigung des Kohlenhydrathaushaltes mit der Folge einer geringeren Massebildung, wovon Wiesenrispe weniger betroffen wird.

Allerdings tritt der größte physiologische Hemmeffekt erst im Nachwirkungsjahr ein, so daß eine rasche selektive Wirkung nicht zu erwarten ist.

Bei Bodenvorbehandlung mit Bromacil wurde eine 8 Wochen nach der Behandlung vorgenommene Ansaat von Wiesenrispe nicht geschädigt.

(W. Skirde, Gießen)

Der Einfluß der Schnitthöhe auf die Konkurrenzfähigkeit von Einjähriger Rispe (*Poa annua* L.) (Cutting Height Effects on the Competition Ability of Annual Bluegrass (*Poa annua* L.)). J. E. BOGART, J. B. BEARD; *Agronomy J.* **65**, 513–514, 1973.

Der Einfluß der Schnitthöhe auf Entwicklung und Konkurrenzfähigkeit von *Poa annua* ist nach Ansicht der Autoren bisher nur indirekt ermittelt worden. Möglicherweise sind dadurch fehlerhafte Schlußfolgerungen eingetreten, da z. B. die Reduktion des Anteils einer anderen Art bei einer bestimmten Schnitthöhe nicht zugleich die Erklärung für eine optimale Schnitthöhe von *Poa annua* zu sein braucht. Vielmehr kann eine bestimmte Schnitthöhe ungünstig für den anderen Bestandspartner sein und dadurch indirekt vorhandenes *Poa annua* bevorzugen. In Versuchen mit Schnitthöhen von 1,25 – 2,54 – 3,75 – 5,08 – 6,25 cm wurden deshalb die Sproß-Trockengewichte sowie die Triebzahl bei Reinsaat von *Poa annua* und die Einsaat in Fertigrasen aus *Poa pratensis*-Merion ermittelt. Hierbei erwies sich die Schnitthöhe von 2,54 cm für *Poa annua* als am günstigsten; bei dieser Schnitthöhe wurde das größte Trockengewicht und die größte Triebzahl festgestellt. Geringere und höhere Schnitteinstellungen schränkten den Trockenmasseanfall und die Triebzahl ein.

(W. Skirde, Gießen)

Temperatureinfluß auf die Physiologie selektierter kälteverträglicher Rasengräser und auf Bermudagrass (Temperature Influence on the Physiology of Selected Cool Season Turfgrasses and Bermudagrass). T. L. WATSCHKE, R. E. SCHMIDT, E. W. CARSON, R. E. BLASER; *Agronomy J.* **65**, 591–594, 1973.

Die Toleranz gegenüber der Einwirkung hoher Temperaturen von kälteverträglichen Rasengräsern ist ein kritisches Problem bei der Rasenpflege, da diese Gräser im Sommer am stärksten beansprucht werden. Kälteverträgliche und wärmeverträgliche Gräser differieren nämlich in physiologischer, morphologischer und biotechnischer Hinsicht.

Durchgeführte Untersuchungen mit *Poa pratensis*, *Poa trivialis*, *Lolium perenne*, *Festuca rubra*, *Poa compressa* und *Cynodon dactylon* bei einer 25° C Licht- und 15° C Dunkelperiode sowie bei einer 35° C Licht- und 25° C Dunkelperiode beziehen sich auf Blatt- und Wurzelwachstum, Kohlenhydrate, Photosynthese bei normalem und reduziertem O₂-Einfluß, CO₂-Kompensationspunkte und Dunkelrespirationsrate.

Poa trivialis und *Poa compressa*, die als heimisch in kälteren Regionen bezeichnet werden, ergaben bei höherem Temperaturregime einen viel geringeren Blattmassezuwachs, *Poa pratensis* reagierte mit insgesamt geringen Erträgen indifferent, was auf ein höheres Temperaturoptimum hindeutet. *Lolium perenne* bildete die meisten Wurzeln aus, doch stärker im niedrigen Temperaturbereich. Weitere Ergebnisse beziehen sich auf die durchgeführten Untersuchungen zur Photosynthese und Respiration.

(W. Skirde, Gießen)

Methoden zur Verbesserung der Verwurzelung von Bermudagrass-Soden in der späteren Jahreszeit (Methods of Improving Adhesion of Bermudagrass Sod late in the season). R. E. BURNS; *Agronomy J.* **65**, 615–616, 1973.

Beim Ausbessern von Rasensportflächen mit Fertigrasen ist es notwendig, daß die verlegten Soden auch noch im Herbst gut anwachsen und eine reißfeste Verbindung von Rasendecke und Bodenaufbau ergeben. Versuche wurden mit Soden von Tiway-Bermudagrass durchgeführt. Hierbei wurde bei Verlegeterminen vom 9. September bis zum 30. November der Einfluß von Plastiküberdeckung, Stickstoffdüngung, Einsaat von diploiden und tetraploiden *Lolium multiflorum* sowie von *Lolium*-Einsaat mit Plastiküberdeckung untersucht. Die Verwurzelungsstärke wurde auf dem Weg der Zugkraftmessung bestimmt.

Aus den Ergebnissen geht zunächst die größte Reißfestigkeit bei den frühesten Verlegeterminen hervor, besonders gefördert wurde die Reißfestigkeit jedoch durch Einsaat von *Lolium multiflorum*, geringfügig auch durch zusätzliche Stickstoffdüngung sowie Plastikabdeckung.

(W. Skirde, Gießen)

Fischer, W. und E. Lütke Entrup, 1972: Die wichtigsten Gräser. 2. Auflage. 119 Seiten, 34 Farbtafeln, einige weitere Abbildungen und Tabellen. Erschienen im Selbstverlag von Dr. Walther Fischer, Hamburg, DM 18,—, zu beziehen durch Hortus Verlag, BN-Bad Godesberg, Rheinallee 4 b.

Das Interesse am Kennenlernen der Gräser nimmt erfreulicherweise immer mehr zu, da sich allmählich die Erkenntnis Bahn bricht, daß man für ihre erfolgreiche Nutzung mehr als nur den Namen wissen muß. Unter der nun schon etwas größeren Zahl von Gräserbüchern zeichnet sich das vorliegende dadurch aus, daß es die Arten in Vierfarbendruck abbildet und daß es dabei ihren Habitus im blühenden Zustand wiedergibt. Das ist das Erscheinungsbild, das sie im Feldfutterbau und bei der Wiesenutzung oder als Ackerunkräuter mindestens einmal im Jahr bieten können. Das ist hier jedoch dann jeweils nur für kurze Zeit der Fall und trifft für die Gräser auf intensiver bewirtschafteten Weiden und in Rasenflächen selten oder nie zu, da hier eine Blütenstandsbildung unerwünscht ist und nach Möglichkeit verhindert wird. Die Verwendung von Habitusbildern als alleiniges Bestimmungskriterium ist aus diesem Grunde nicht möglich. Das Buch bringt daher als Ergänzung auch noch einige Abbildungen feinerer Bestimmungsmerkmale, z. B. der Blattspalten, -öhrchen, -häutchen etc., abgebildet sind auch die Spelzfrüchte. Ein eigentlicher, ausführlicher Bestimmungsschlüssel fehlt, so daß man das Buch mehr oder weniger nach der Bilderbuchmethode be-

nutzen muß, d. h. man muß in ihm solange blättern, bis man ein oder mehrere ähnliche Habitusbilder findet. An Hand der dazu dann auf der gegenüberliegenden Seite abgedruckten Textmerkmale wird man, wenn es sich nicht gerade um eine Seltenheit handelt, wahrscheinlich zu meist das vorliegende Exemplar identifizieren können. Abgebildet sind die 36 „wichtigsten“ Arten, wobei es müßig ist, mit den Verfassern darüber zu rechten, was wirklich wichtig ist oder unbedingt noch hätte berücksichtigt werden müssen. Die für die Landwirtschaft und den Gartenbau wichtigen Arten sind aber tatsächlich auch alle abgebildet worden. Ausführlich und auf dem neuesten Stand sind die Angaben zu den Wachstumsbedingungen und den Nutzungseigenschaften, bei den Unkrautgräsern sind auch Hinweise zu ihrer Bekämpfung angeführt.

Die schon auf den Farbtafeln abgebildeten Spelzfrüchte der Gräser sind in der Mitte des Buches nochmals auf 2 Tafeln zusammengefaßt dargestellt, so daß man eine gute Übersicht über die Größenverhältnisse der Grassamen erhält.

Von besonderem Wert sind die dieser Auflage neu angegliederten Kapitel von Lütke Entrup über die Züchtung und Samenproduktion von Gräsern, die einen guten Einblick in die hierbei angewendeten Arbeitsverfahren und ihre Schwierigkeiten geben. Die Schlußkapitel befassen sich mit der Verwendung der Gräser im landwirtschaftlichen Bereich sowie für die Rasenansaat und bei der Landschaftsgestaltung.

(P. Boeker, Bonn)

Mitteilungen

**Aus der Arbeit der Deutschen Rasengesellschaft e. V.
Bonn, Kölner Straße 142–148, Tel.: 0 22 21 / 37 68 78**

Ein Rasenseminar Grünberg/Hessen

Vom 28. bis 31. August 1973 veranstaltete die Deutsche Rasengesellschaft zusammen mit dem Bundesverband Garten- und Landschaftsbau in der Bildungsstätte des Deutschen Gartenbaues in Grünberg/Hessen ein Rasenseminar. Auf dem Seminar wurden vor über 50 Teilnehmern schwerpunktmäßig Fragen der Rasensportflächen behandelt.

Zunächst führte Prof. Dr. P. BOEKER die auf den Rasensportflächen vorkommenden Gräserarten vor und wies an verteilten Pflanzen auf Unterscheidungsmerkmale hin. Gleichzeitig wurde auch auf die Eigenschaften einzelner Arten im Hinblick auf die Eignung beim Bau von Rasensportplätzen hingewiesen. Hier hob der Referent besonders das Problem der einseitigen Verwendung von *Cynosurus cristatus* sowie die großen Sortenunterschiede bei *Lolium perenne* hervor. Ferner wurden die Mischungsvorschläge in dem Entwurf der DIN 18035 Blatt 4 diskutiert.

Herr G. HÄNSELER gab dann eine Einführung in die Fachnorm Sportplätze, DIN 18035. Zunächst wurde die Stellung der erwähnten Norm innerhalb der gesamten Normenreihe behandelt. Dabei wurde deutlich, daß es in Zukunft erforderlich sein wird, um mit einer Norm arbeiten zu können, über die Kenntnis von mehreren Normen gleichzeitig zu verfügen. Dann wurden die einzelnen Begriffe erklärt und ihre an Forderungen herausgestellt. Hier wies der Referent auf die Formulierungen „muß“ und „soll“ in der Norm hin, die zu unterscheiden sind. Die Diskussion im Anschluß an das Referat machte deutlich, daß in einigen Punkten zwischen dem Entwurf und der endgültigen Fassung der Norm Sportplätze erhebliche Unterschiede bestehen werden. Der Referent stellte in Aussicht, daß mit dem Erscheinen des Weißdruckes im kommenden Winter zu rechnen sei.

Anschließend sprach Dr. W. SKIRDE über vegetationstech-

nische Gesichtspunkte beim Bau von Rasensportplätzen. Im Mittelpunkt seiner Ausführungen standen die Eigenschaften verschiedener Substanzen, die für den Bau von Trag- und Dräuschichten in Frage kommen. Dabei wurde deutlich, daß für die einzelnen Baustoffe noch viel Erfahrungen notwendig sind. In der sich an das Referat anschließenden Diskussion wurden auch die Mischungen vorgestellt, die in den Weißdruck der DIN 18035 Blatt 4 aufgenommen werden sollen, und zwar sind folgende Mischungen vorgesehen

Mischung	A	B
<i>Poa pratensis</i>	70 %	45 %
<i>Cynosurus cristatus</i>	20 %	10 %
<i>Phleum nodosum</i>	5 %	—
<i>Phleum pratense</i>	5 %	5 %
<i>Lolium perenne</i>	—	25 %
<i>Festuca rubra</i>	—	15 %

Ferner wurde in der Diskussion die Frage angesprochen, daß es wünschenswert wäre, bei der Abnahme von Neuanlagen auch eine Pflanzenbestandsaufnahme zu berücksichtigen. Dem Einwand, daß zur Erfüllung dieser Forderung nicht genügend Fachkräfte zur Verfügung stünden, wurde widersprochen. Ferner wurde in der Aussprache im Anschluß an die beiden Referate von G. HÄNSELER und Dr. W. SKIRDE deutlich, daß selbst zwischen den verschiedenen Normen im Hinblick auf die optimale Saattiefe für infrage kommende Saatgutmischungen keinesfalls eine einheitliche Auffassung besteht. Der Entwurf der DIN 18035 Blatt 4 hat sicherlich manches Gute, wenngleich es noch gilt, viele Probleme auf diesem Sektor zu lösen.

E. FRANK sprach über die Fertigstellungs- und Unterhaltungspflege von Rasensportflächen. Hier gab er zu bedenken, daß es in sehr vielen Fällen am sinnvollsten sei, die Pflege Firmen zu übertragen. Auf diese Weise ließen sich Kosten einsparen und die Arbeitsqualität sich verbessern. In dem Referat wurde auch die Behandlung von Reservflächen zum Ausbessern von Narbenteilen angesprochen, die Größe sollte mindestens 200 m² betragen. Der Referent verwies ferner auf die Möglichkeit, besonders stark beanspruchte Zonen, wie etwa den Torraum oder den Teil an der Mittellinie, zur besseren Festigung mit synthetischen Fasermatten auszulegen.

Abb. 1: Golfplatz in Kronberg/Taunus (Green)



Abb. 2: Seminarteilnehmer im Frankfurter Waldstadion



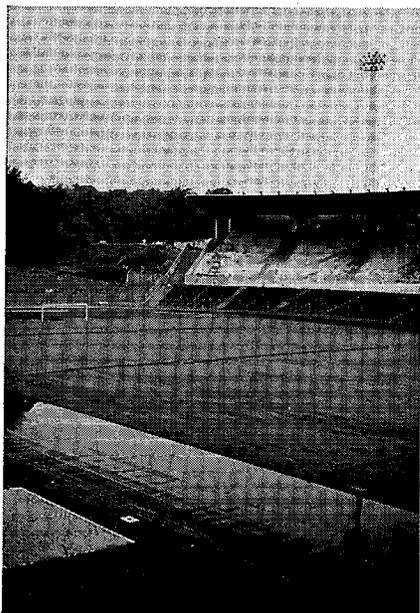


Abb. 3:
Abschlagplatz
Frankfurter Wald-
stadion



Abb. 4:
Golfplatz in Kron-
berg/Taunus

In der Diskussion wurde die Notwendigkeit herausgestellt, in Saatmischungen bei einem größeren Anteil krankheitsanfälliger Arten, wie etwa *Poa pratensis*, mehrere Sorten zu verwenden.

Über Pflegemaschinen für Sportplatzrasen berichtete B. HELLSTERN. Er stellte verschiedene Auswahlmethoden vor und erläuterte mit Hilfe von Lichtbildern die verschiedensten Geräte, wobei er auch jüngste Entwicklungen berücksichtigte. In der Diskussion wurde noch einmal auf das Besanden und auf Beregnungsfehler eingegangen.

H. PÄTZHOLD berichtete über eine breit angelegte Umfrage, die sich über das Bundesgebiet erstreckte, und Kosten verschiedener Bauweisen von Sportplätzen zur Grundlage hatte. Es zeigte sich, daß die Kosten bei sämtlichen Bauverfahren eine sehr große Streubreite aufwiesen und sich die einzelnen Verfahren nur von den Kosten keinesfalls klar voneinander abgrenzen lassen. Der Referent wies dann darauf hin, daß man in der Regel davon ausgehen kann, daß nach der DIN 18035 Blatt 4 gebaute Plätze höhere Baukosten verursachen, andererseits aber auch eine höhere Nutzungsfrequenz gestatten. Einen besonderen Risikofaktor im Sportplatzbau stellt im Hinblick auf die Kosten und die Qualität der Anlage das Wetter dar. Von dieser Feststellung ausgehend regte der Referent an, einmal zu bedenken, ob Sportplätze nicht ausschließlich in den Sommermonaten erstellt werden sollten. Die von dem Referenten sehr übersichtlich dargestellten Kostenvergleiche ermöglichten eine gute Aussprache im Anschluß an den Vortrag. Hier zeigte sich wie notwendig es ist, von einheitlichen Begriffen und Richtlinien auszugehen, was letztlich auch mit der DIN 18035 angestrebt wird.

An diese Vorträge schloß sich dann eine Besichtigung von zwei sehr verschiedenen Sportplätzen an. Zunächst wurde der Golfplatz in Kronberg im Taunus besichtigt. Mit dem Platzmeister wurden die Probleme, die sich aus den sehr verschiedenen Anforderungen ergeben, diskutiert. Anschließend wurde das im Umbau für die Fußballweltmeisterschaft befindliche Frankfurter Waldstadion besichtigt. Hier konnten die Teilnehmer des Seminars sehen, wie man eigentlich nicht vorgehen sollte. Die Aufwendungen für den Bau der Tribüne, Laufbahn und Rasen standen in keinerlei Relation, man hätte kaum für möglich gehalten, daß ein derartiges Vorgehen heutzutage noch möglich ist. Die beiden in mancherlei Hinsicht so unterschiedlichen Besichtigungsobjekte gaben viel Substanz zur Diskussion.

S. LUKOWSKI berichtete dann über die Erfahrungen mit den Münchener Olympia-Rasenflächen. Hier kamen Fragen, die sich aus dem Bau und der Nutzung ergaben, zur Sprache. In dem Beitrag kam besonders deutlich zum Ausdruck, welche geringe Aussagekraft auf dem Sektor Sportplatzrasen Analyseergebnisse von chemischen Bodenuntersuchungen besitzen können. Der Referent wies darauf hin, daß die Pfl-

gekosten bei vermögerten Substraten doch z.T. beachtlich höher liegen d. h. bei 4–5 DM/m². Hervorgehoben wurde ferner, daß eine richtige Nutzung auch als Pflegemaßnahme zu sehen ist, was namentlich in dem Zeitraum von der Fertigstellung bis zur Inbetriebnahme von Bedeutung ist. Die nachfolgende Diskussion zeigte, daß man in der Zukunft verstärkt die Auswirkung einer verstärkten Stickstoff-Düngung im Winter beobachten sollte.

Über Beobachtungen auf amerikanischen Sportrasenflächen, die anlässlich des II. Internationalen Rasenkongresses auf einer Rundreise gemacht wurden, berichtete Prof. Dr. BOEKER. Dabei wurde deutlich, daß sich viele Ergebnisse aus den USA nicht uneingeschränkt auf die hiesigen Verhältnisse übertragen lassen. Erstaunlich intensiv ist dort die Forschung auf dem Rasensektor. Durch eine ganze Reihe sehr aufschlußreicher Lichtbilder wurde durch Wort und Bild ein guter Einblick in die dortigen Verhältnisse vermittelt.

(Dr. Opitz von Boberfeld, Bonn)

Rasenseminar Kiel-Schilksee

Auf dem Olympia-Gelände in Kiel-Schilksee veranstaltete die Deutsche Rasengesellschaft e. V. am 24. und 25. September 1973 ein Rasenseminar.

Etwa 30 Teilnehmer nutzten die Gelegenheit sich über die Erkennungsmerkmale der Rasengräser und deren Samen zu informieren. Des weiteren wurden in diesem Seminar die Rasendüngung und Rasenpflege sowie die dafür gegebenen technischen Möglichkeiten erörtert. Zu den fachlichen Anmerkungen und die Ausführungen über den Verwendungsbereich der neuen Fachnormen 18917 – Rasen und 18035 – Sportplätze ergab sich, wie im übrigen auch bei den anderen Referaten, eine umfangreiche Diskussion.

Der DIA-Bericht über den II. Internationalen Rasenkongreß vermittelte einen Eindruck über die Rasenprobleme in den USA. Die Besichtigung der Norddeutschen Pflanzenzucht in Hohenlieth, insbesondere die Begehung der Zuchtgärten, verbanden die theoretischen Ausführungen des Rasenseminars mit den Anforderungen aus der Praxis.

Rasenseminar Grünberg/Hessen vom 5. – 8. 3. 1974

Die Deutsche Rasengesellschaft e. V. führt zusammen mit dem BGL vom 5. bis 8. März 1974 ihr nächstes Rasenseminar in Grünberg durch.

Das Gesamtthema lautet: „Technik der Anlage und Pflege.“

In Einzelreferaten wird versucht, das große Maschinen- und Geräteangebot für die Rasenanlage und -pflege zu durchleuchten.

Dabei wird vorwiegend über die Bodenvorbereitung, Aussaat und Aussaatmethoden sowie über die Düngung und Pflege der Neuanlagen auch unter schwierigen Standortverhältnissen gesprochen.

Die Wurzelentwicklung unter Rasengräserarten und -sorten

P. Boeker, Bonn

Wie für alle Pflanzen so haben die Wurzeln der Rasengräser für die Entwicklung der oberirdischen Pflanzenmasse eine große Bedeutung. Sie dienen zunächst dazu, dem Boden Wasser und Nährstoffe zu entnehmen, sie verankern dabei gleichzeitig die Pflanzen im Boden, so daß ein umfangreiches, tiefgehendes Wurzelnetz bis zu einem gewissen Grade auch Erosionsschutz bedeuten kann. Die unterirdischen Organe der Gräser, die Wurzeln, Rhizome und verdickten Triebbasen sind auch zeitweise als Nährstoffspeicher für die Pflanzen von Bedeutung und schließlich dienen die Rhizome bei Arten, die solche entwickeln, als Verbreitungsorgane. Die Beschäftigung mit der Wurzelentwicklung der Gräser und ihrer räumlichen Verteilung im Boden hat daher schon sehr lange überall in der Welt das Interesse der Forschung gefunden. Da solche Untersuchungen jedoch sehr arbeitsaufwendig sind, gibt es nur relativ wenige Untersuchungen, die langfristig angelegt waren. Besonders selten sind solche, die sich mit Rasengräsern befassen und die dann zugleich auch unter Rasennutzung standen.

Mit die ältesten sind die von SPRAGUE, 1933, in den USA, der die Wurzelentwicklung unter verschiedenen *Agrostis*-Arten, *Festuca duriuscula* und *Poa pratensis* untersuchte. Auch eine andere amerikanische Arbeit von BELL und de FRANCE, 1944, befaßte sich mit *Agrostis*-Arten. Erst aus neuerer Zeit gibt es wieder Arbeiten zu diesem Thema, d. h. über Rasengräserarten und nun auch deren Sorten unter Einfluß der Beobachtung der Einflüsse der Rasennutzung (BOEKER 1971, 1973, van der HORST 1970, van der HORST und KAPPEN 1970, KERN 1969, SAGLATIMUR und BOGDAN 1970, SKIRDE 1971). Ihre Ergebnisse sind jedoch nicht voll vergleichbar, da teilweise die Wurzelmasse nur als Trockensubstanz, teilweise jedoch als aschefreie Trockensubstanz bestimmt wurde, andererseits die Zahl der Wiederholungen mitunter nicht groß genug war, um die Ergebnisse statistisch absichern zu können. Diese Arbeiten ließen aber deutlich erkennen, daß es möglich zu sein scheint, die Rasengräserarten, aber zum Teil auch ihre Sorten nach der Ausbildung der Wurzeln nach Menge und Tiefgang zu unterscheiden. Auf Grund dieser Erfahrungen und Überlegungen wurde in Bonn im Jahre 1970 mit den Untersuchungen auf einem großen Rasengräser Sortiment begonnen, die über drei Vegetationsperioden fortgesetzt wurden.

Material und Methodik

a) Standort

Die Versuchsfläche liegt in Bonn-Poppelsdorf auf einem Hochflutlehm der Niederterrasse des Rheins. Es handelt um eine Parabraunerde hoher Basensättigung mit einem pH (KCl) von 6,9. Der Boden ist von langjähriger hoher Düngung her reich an Kali und Phosphorsäure.

Die Niederschlagsmenge beträgt im langjährigen Mittel 606 mm. In den 3 Untersuchungsjahren fielen 1970 817 mm, 1971 532 mm und 1972 690 mm. Die Niederschlagsverteilung war jedoch recht ungünstig, da selbst in dem feuchten Jahr 1970 längere Trockenperioden eintraten. Die Jahresmitteltemperatur beträgt 9,7° C.

Die Düngung betrug während der Versuchszeit 20 g/m² Reinstickstoff (200 kg/ha), 10 g/m² P₂O₅ (100 kg/ha) und 20 g/m² K₂O (200 kg/ha).

b) Arten und Sorten

Ende April 1969 waren folgende Arten ausgesät worden:

- 8 Sorten von *Agrostis canina*
- 2 Sorten von *Agrostis stolonifera*
- 14 Sorten von *Agrostis tenuis*
- 11 Sorten von *Festuca ovina*
- 30 Sorten von *Festuca rubra*
- 21 Sorten von *Lolium perenne*
- 2 Sorten von *Phleum nodosum* (bertolonii)
- 4 Sorten von *Phleum pratense*
- 22 Sorten von *Poa pratensis*

Die Bewirtschaftung und Bonitierung der Parzellen entsprach dem Schema, das vom Bundessortenamt für die erweiterte Registerprüfung von Rasengräsern vorgeschrieben ist. Während der Vegetationszeit wurde etwa wöchentlich mit einem

Spindelmäher auf 3 cm Höhe gemäht. Das Schnittgut wurde nach jedem Schnitt entfernt. Bei den *Agrostis*-Arten wurde zusätzlich eine Parzelle dem Tiefschnitt auf 1 cm Höhe unterworfen. Es erfolgte auch in den Trockenperioden keine zusätzliche Beregnung.

c) Art der Probenahme

Die Probenahme erfolgte mit Hilfe eines Stahlrohres von 6,5 cm Durchmesser. Die Tiefe der Probenahme betrug beim 1. Termin im Dezember 1970 10 cm, beim 2. Termin im Juni 1971 15 cm und bei allen späteren 20 cm. Die Tiefe wurde zunehmend vergrößert, nachdem sich herausstellte, daß in den Bodenschichten unter 10 bzw. 15 cm beträchtlich mehr Wurzeln gefunden wurden, als zunächst angenommen worden war. Sie entsprach zuletzt etwa den von SPRAGUE und BELL und de FRANCE gewählten, die auf 22,5 bzw. 20 cm Tiefe gingen. Die Bodensäulen wurden dann in Schichten von 5 cm unterteilt, die getrennt ausgewaschen wurden, um einen Eindruck von der vertikalen Wurzelverteilung zu gewinnen.

Die Zahl der Proben je Sorte betrug 6. Sie ergab sich aus den Berechnungen von OPITZ von BOBERFELD, 1972, als ausreichend, der diese Zahl an dem gleichen Untersuchungsmaterial erarbeitete. Nach dem Auswaschen wurden die getrockneten Wurzeln verascht, damit die Vergleiche auf der Basis asche- und sandfreier Wurzelrockenmasse angestellt werden konnten. Dieses Vorgehen ist notwendig, da je nach Bodenart und Eigenart der Gräser trotz sorgfältiger Arbeit beim Auswaschen ein mehr oder weniger großer Anteil von Ton, Schluff und Sand von den Wurzeln noch festgehalten wird.

Die Verrechnung der Ergebnisse erfolgte auf einer IBM 370 der Universität Bonn.

Ergebnisse

a) Wurzelmassenentwicklung unter *Lolium perenne*

Die Untersuchungen erstreckten sich auf 21 Sorten und Zuchtstämme, von denen die meisten bisher für die Futternutzung bestimmt waren. Es gehörten dazu auch die Sorten, die SAGLATIMUR und BOGDAN, 1970, in Gießen untersucht hatten. Folgende Sorten standen in den Versuch:

- | | |
|----------------|------------------------------|
| 1. Perma | 11. Stamm B |
| 2. Semperweide | 12. Brabantia |
| 3. Stamm A | 13. Combi |
| 4. Odstein | 14. Semperweide |
| 5. Odengrün | 15. Barlenna |
| 6. Stadion | 16. Barenza-Weidetypp |
| 7. Lamora | 17. Barenza-früh |
| 8. NFG. | 18. Barvestra |
| 9. Lidura | 19. Barlatra |
| 10. Printo | 20. Barpastra |
| | 21. Pacey's (engl. Herkunft) |

Die Sorte Semperweide war zweimal vertreten, einmal vom Züchter geliefert, zum anderen aus dem Handel bezogen. Nicht alle Sorten, die im Versuch geprüft wurden, sind bisher in der Bundesrepublik zum Handel zugelassen (s. Beschreibende Sortenliste „Rasengräser“).

Auf den für Futtersorten von *Lolium perenne* relativ tiefen Schnitt von 3 cm reagierten die Sorten sehr verschieden. Die Parzellen einiger Sorten wiesen nach 4 Jahren, Ende 1972, noch eine dichte Grasnarbe auf, wobei besonders die Sorten Nr. 6 (Lamora), Nr. 8 (NFG) und Nr. 11–17 hervorzuheben sind. Andere waren bis dahin sehr lückig geworden und an Stelle von *Lolium perenne* hatten sich in ihnen *Poa annua* und *Poa trivialis* ausgebreitet. Dies traf insbesondere zu für die Sorten Nr. 4 (Odstein), Nr. 10 (Printo), Nr. 18 (Barvestra) und Nr. 21 (Pacey's short seeded rye-grass). Die zuletzt genannte Herkunft aus England war früher einmal wegen ihrer Qualität berühmt, heute ist sie jedoch in jeder Hinsicht als minderwertig zu betrachten. Bei der Probenahme wurde aber darauf geachtet, daß mit dem Probenahmegerät noch die restlichen Pflanzen der ausgesäten Sorten erfaßt wurden, ein Verfahren, das auch bei den anderen Arten in gleicher Weise angewandt wurde.

Die **Tabellen 1 und 2** bringen die Ergebnisse im einzelnen, wie sie sich bei den 5 Untersuchungsterminen ergaben. Hierzu wurden die Sorten nach zunehmender Wurzelmasse in der 2. Bodenschicht von 5–10 cm geordnet und zwar nach den Ergebnissen bei der 1. Probenahme im Dezember 1970. Dies geschah in Anlehnung an die Erfahrungen von SPRAGUE sowie BELL und de FRANCE, die zum Teil sogar die oberste Wurzelschicht von 2,5 cm nicht mituntersuchten, sondern überhaupt fortwarfen. Dies aus dem Grunde, da in dieser obersten Schicht schwer zwischen echten Wurzeln und Triebreisten zu unterscheiden ist, besonders wenn die Rasenparzellen im Laufe der Versuchszeit mehrfach mit Kompostdüngern abgedeckt wurden, was jedoch in den eigenen Versuchen nicht der Fall war.

Schon eine erste Durchsicht zeigt zunächst, daß die Vertiefung der Probenahme notwendig war. Mit zunehmendem Alter der Bestände finden sich in den tieferen Bodenschichten zunehmend mehr Wurzeln, die im Jahre 1972 in der Schicht von 15–20 cm etwa denen gleichkamen, die 1970 in 5–10 cm Tiefe gefunden worden waren. Das Wurzelsystem hat also im Laufe der Jahre noch an Menge zugenommen, wobei allerdings nicht zu sagen ist, wie hoch der Anteil der für den Pflanzenwuchs noch aktiv tätigen Wurzeln an der Gesamtmasse ist. Leider fehlt zu dieser Bestimmung, die sehr interessante Aufschlüsse geben könnte, eine einfache Methode, mit der sich in kurzer Zeit eine größere Probenzahl analysieren ließe; im vorliegenden Fall wären je Probetermin fast 3000 Proben zu untersuchen gewesen.

Die errechneten Grenzdifferenzen sind relativ hoch. Das ist ein Hinweis darauf, daß die Einzelwerte stark schwankten. Es ist jedoch deutlich erkennbar, daß es an Hand der Wurzelwerte für die Schichten unter 5 cm möglich ist, gesicherte Unterschiede zwischen einer ganzen Anzahl von Sorten festzustellen und zwar nicht nur bei einer Probenahme sondern bei einer Reihe von Sorten über fast alle Termine gleichlaufend. Besonders geringe Wurzelwerte lieferte immer die Sorte Nr. 21, (Pacey's), in diesem Fall auch in der obersten Bodenschicht, während besonders hohe Wurzelwerte in den Schichten von 5–15 cm bei einer Neuzüchtung (Stamm B) gefunden wurden.

Um eine Übersicht über diese Verhältnisse zu schaffen, wurden die Wurzelwerte der Sorten für jeden Termin in eine

Tabelle 1: Wurzelmasse bei Sorten und Stämmen von *Lolium perenne*

in dz/ha sand- und aschefreie Wurzelrockenmasse

Schichttiefen: a = 0 - 5 cm
b = 5 - 10 cm
c = 10 - 15 cm

Lfd. Nr.	Sorten-Nr.	Dezember 1970		Juni 1971		
		a	b	a	b	c
1	21	48,42	2,05	33,36	2,66	1,88
2	19	46,21	2,62	62,50	4,90	2,71
3	17	42,91	2,92	45,76	5,25	3,36
4	18	33,84	3,11	51,40	5,49	3,19
5	2	38,19	3,16	42,89	3,79	2,71
6	12	37,54	3,20	49,33	5,42	3,23
7	5	31,55	3,23	42,26	4,89	3,21
8	1	34,94	3,24	48,32	5,42	3,25
9	4	50,96	3,28	37,75	4,32	2,69
10	13	36,52	3,47	58,72	4,92	3,06
11	20	37,40	3,53	63,54	4,42	3,12
12	3	36,59	3,53	60,83	4,75	3,36
13	14	37,50	3,73	56,15	5,37	3,73
14	9	26,83	3,76	55,54	4,87	3,23
15	10	56,96	3,80	31,50	4,22	3,27
16	15	43,56	3,84	55,54	5,99	3,81
17	7	34,86	3,97	62,88	5,75	3,64
18	8	34,27	4,12	58,23	6,12	3,19
19	16	48,82	4,79	67,29	5,70	3,94
20	6	35,45	4,87	52,28	3,91	2,45
21	11	45,76	5,16	44,13	7,19	4,18
Mittel		39,96	3,59	51,49	5,02	3,20
GD 5 %		21,95	1,05	16,89	1,26	1,58

Tabelle 2:

Wurzelmasse bei Sorten und Stämmen von *Lolium perenne* in dz/ha sand- und aschefreie Wurzelrockenmasse
Schichttiefen: a = 0–5 cm c = 10–15 cm
b = 5–10 cm d = 15–20 cm

Lfd. Nr.	Sorten-Nr.	November 1971				Juli 1972				Oktober 1972			
		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
1	21	56,74	2,85	1,39	0,65	92,71	5,21	3,37	2,04	40,69	2,74	2,05	1,49
2	19	81,60	3,19	1,54	0,85	73,16	6,52	4,36	3,09	69,47	4,80	2,49	2,45
3	17	99,10	3,19	1,82	1,15	82,73	6,61	4,55	4,45	61,86	8,05	4,57	3,15
4	18	68,31	2,23	1,17	0,59	63,05	6,39	7,71	5,00	58,52	3,24	1,87	1,90
5	2	58,40	3,43	1,82	0,91	83,46	7,34	5,09	3,17	---	---	---	---
6	12	67,09	3,29	2,13	0,88	102,37	13,17	12,14	8,05	51,39	5,45	3,29	2,94
7	5	72,56	3,22	1,45	1,08	99,99	6,71	3,69	3,18	62,91	4,30	2,94	1,84
8	1	75,20	3,99	2,53	0,90	92,87	4,92	3,71	2,73	78,53	5,66	2,56	2,66
9	4	39,58	2,12	1,14	0,33	78,02	7,25	4,78	4,37	52,14	3,95	4,02	3,38
10	13	91,29	3,35	2,26	0,87	95,33	7,34	5,85	3,92	62,17	8,53	4,99	4,50
11	20	56,93	1,80	1,62	1,29	65,95	6,26	3,45	3,04	67,31	6,99	4,00	3,24
12	3	65,88	3,70	1,88	0,94	89,29	7,03	5,30	3,16	54,34	5,82	3,92	3,04
13	14	77,19	3,80	1,49	0,79	76,43	8,26	5,34	4,10	45,99	3,58	3,09	3,05
14	9	73,30	2,48	1,30	0,91	89,35	13,29	10,80	8,39	56,25	6,60	4,40	3,78
15	10	76,49	1,75	0,77	0,39	94,18	6,69	5,50	3,80	45,97	4,28	2,32	3,56
16	15	64,99	3,44	1,87	1,01	99,75	9,03	8,40	5,83	89,39	5,94	4,25	3,03
17	7	70,27	3,61	1,92	0,93	92,57	7,40	5,77	4,08	54,62	6,14	3,44	4,29
18	8	89,76	2,76	1,91	0,80	71,57	6,16	4,32	3,39	68,75	4,45	2,38	1,62
19	16	99,25	4,21	2,82	1,46	74,47	6,47	3,57	2,67	72,47	6,62	3,77	3,81
20	6	61,06	5,77	1,37	0,58	76,35	4,80	4,41	3,67	99,93	6,21	5,12	3,57
21	11	62,47	5,18	2,32	1,34	80,94	9,06	6,28	3,19	53,08	6,36	4,42	3,02
Mittel		71,78	3,30	1,74	0,89	84,50	7,42	5,64	4,08	60,29	5,51	3,54	2,97
GD 5 %		35,50	2,24	1,05	0,74	29,07	2,97	4,02	2,14	24,10	2,73	2,14	1,66

Rangordnung gebracht, deren Werte dann wieder für alle 5 Probenahmeterminen gemittelt wurden. Das Ergebnis zeigt die **Tabelle 3**.

Tabelle 3:

Rangordnung der Sorten nach abnehmenden Wurzelmengen in den verschiedenen Bodenschichten

Sorte	Sortenname	0–5 cm	5–10 cm	10–15 cm	15–20 cm	0–20 cm
15	Barlenna	2	2	2	4	1
16	Barenza-Weidotyp	1	2	3	6	2
13	Combi	2	5	4	5	3
7	Lamora	7	2	6	3	4
11	Stamm B	15	1	1	8	5
17	Barenza-früh	6	13	7	2	6
12	Brabantia	10	8	4	7	7
9	Lidura	14	6	9	1	8
3	Stamm A	11	10	7	10	9
14	Semperweide II	12	7	10	11	10
6	Stadion	16	9	11	12	11
8	NFG.	8	11	12	20	12
20	Barpastra	13	16	14	8	13
10	Printo	8	18	14	13	14
1	Perma	5	12	20	18	15
2	Semperweide I	16	14	13	15	16
19	Barlatra	4	17	19	19	17
5	Odengrün	21	15	18	14	18
18	Barvestra	20	20	16	15	19
4	Odstein	19	19	17	17	20
21	Pacey's	18	21	21	21	21

Es ist aus dieser Tabelle zu ersehen, daß die ersten 5–7 Sorten, von wenigen Ausnahmen abgesehen, in den tieferen Bodenschichten ab 5 cm immer an der Spitze der Wurzelmassenwerte stehen, die ersten drei Sorten dazu auch noch in der obersten Bodenschicht von 0–5 cm cm. Eine Besonderheit ist Nr. 11 (Stamm B). Diese Neuzucht hat relativ wenig Wurzelmasse in der obersten Bodenschicht, hier steht sie in der Rangordnung erst an 15. Stelle von 21 Sorten, in den beiden Schichten von 5–15 cm steht sie im Durchschnitt aber immer an 1. Stelle, während zur Tiefe hin bis 20 cm die relative Wurzelmenge wieder etwas abnimmt.

Am anderen Ende der Tabelle stehen ebenfalls 5–6 Sorten, die in fast allen Schichten unterdurchschnittliche Wurzelmassen bringen, die sich zumeist statistisch gesichert von denen an der Spitze der Tabelle unterscheiden lassen. Auch hier gibt es eine Besonderheit: Die Sorte Nr. 19 (Barlatra) hat in den obersten 5 cm immer besonders hohe Wurzelmassen gehabt, in den darunterliegenden Schichten aber immer besonders niedrige. Es handelt sich also um eine Sorte, die ihre Wurzeln vor allem nahe der Bodenoberfläche ausbildet. Um eine Vorstellung von den möglichen Schwankungsbreiten der Wurzelmassenentwicklung zu geben, seien aus der letzten Untersuchung vom Oktober 1972 folgende Werte angeführt: Die höchsten Werte liegen in allen Bodenschichten mehr als doppelt so hoch wie die niedrigsten.

Tabelle 4

Schichttiefe	dz/ha Trockenmasse	GD. 5 %
0- 5 cm	40,69-89,39	24,10
5-10 cm	2,74- 8,53	2,73
10-15 cm	1,87- 5,12	2,14
15-20 cm	1,49- 4,50	1,66

Schließlich noch eine Zusammenfassung der Werte für die verschiedenen Termine der Probenahmen.

Hieraus ist zu ersehen, daß bis zum 4. Probenahmetermin die Wurzelmasse in den obersten 5 cm stark zunimmt, danach erfolgte aber von Juli bis Oktober 1972 eine sehr starke Ab-

Tabelle 5

Wurzelmassenentwicklung unter Lolium perenne (21 Sorten)
in dz/ha Trockenmasse

Zeit der Probenahme	Schichttiefen in cm				Sa.
	0-5	5-10	10-15	15-20	
Dezember 1970	39,96	3,59	—	—	43,55
Juni 1971	51,49	5,02	3,20	—	59,61
November 1971	71,78	3,30	1,74	0,89	77,71
Juli 1972	84,50	7,42	5,84	4,08	101,64
Oktober 1972	53,08	6,36	4,42	3,02	66,88
Mittel:	60,16	5,14	3,75	2,66	

nahme. Dies ist eine Erscheinung, die auch bei den anderen Grasarten zu beobachten war. Sie beruht wohl darauf, daß das Jahr 1971 sehr trocken war, so daß die Zersetzung der organischen Substanz in diesem Jahr nur unvollkommen erfolgte und erst im Herbst 1972 nach stärkeren Niederschlägen nachgeholt wurde. Es handelt sich hierbei, wie schon eingangs festgestellt wurde, nur zum Teil um echte Wurzelmasse.

In den tieferen Bodenschichten unter 5 cm verläuft die Gesamtentwicklung anders. Deutlich sichtbar wird, daß die Wurzelmasse im Juni und Juli stets höher liegt als im anschließenden Herbst. Das ist bedingt durch die Ansprüche der Pflanzen an einen mit dem Wachstumshöhepunkt im Frühjahr verbundenen höheren Wasser- und Nährstoffbedarf, der nur über ein vergrößertes Wurzelsystem befriedigt werden kann. Dieses wird zum Herbst hin dann schon wieder abgebaut. Es ist ferner von Bedeutung feststellen zu können, daß die Wurzelmenge in den tieferen Bodenschichten im Laufe der Jahre, bis zur 4. Vegetationsperiode noch deutlich ansteigt. So liegen in den vergleichbaren Schichten die Werte im Juli 1972 höher als im Juni 1971, desgleichen im Oktober 1972 als im November 1971. Der um einen Monat spätere Probenahmetermin dürfte auf die Relationen kaum von Bedeutung sein. Die gleichen Verhältnisse zeigen sich übrigens auch bei den anderen untersuchten Grasarten.

b) Wurzelmassenentwicklung unter Phleum nodosum und pratense

Hierbei wurden 6 Sorten und Stämme untersucht, von denen 4 zu Phleum pratense und 2 zu Phleum nodosum gehörten. Die letzteren waren Sorten für die Rasennutzung, von den ersteren gehörte Enola ebenfalls hierzu, auch die beiden Stämme eignen sich anscheinend für die Rasensaat. Es handelte sich um folgende:

- Phleum pratense: 1. Stamm C 2. Lischower
3. Stamm D 4. Enola (Olympia)

- Phleum nodosum: 5. S. 50 6. Evergreen

Die Rasennutzung vertrugen alle Sorten und Stämme gut mit Ausnahme der nur für Futterzwecke gezüchteten Sorte Lischower, deren Parzellen sehr lückig wurden und in denen sich Poa annua ausbreitete. Die besten Bonitierungswerte bezüglich Ausgeglichenheit, Verunkrautung und Dichte brachten die beiden Sorten von Phleum nodosum, denen der Stamm D von Phleum pratense kaum nachstand.

Die bei den verschiedenen Probenahmeterminen gefundenen Wurzelwerte bringt **Tab. 6**.

Die Sorten sind hierin schon nach der Rangordnung der in der gesamten Untersuchungszeit gefundenen Wurzelwerte geordnet. Besonders hohe Wurzelwerte brachte immer Sorte Nr. 3, der Stamm D, der speziell für Rasennutzung bestimmt sein soll, ihm folgen dichtauf die Werte der Sorte Nr. 6 von Phleum nodosum. Besonders geringe Wurzelmassen bringt vom ersten Untersuchungstermin an die Sorte Lischower, die auch im oberirdischen Wuchs versagte.

Wie bei der vorhergehenden Art schon besprochen, ist im Laufe der Jahre eine Zunahme der Wurzelmassen in allen

Tabelle 6: Wurzelmasse bei Sorten und Stämmen von Phleum pratense

in dz/ha sand- und aschefreie Wurzel-trockenmasse

Schichttiefen a = 0 - 5 cm
b = 5 - 10 cm
c = 10 - 15 cm
d = 15 - 20 cm

lfd. Nr.	Sort. Nr.	Dez. 1970		Juni 1971			November 1971			
		a	b	a	b	c	a	b	c	d
1	3	36,99	5,32	86,51	5,32	3,32	137,20	2,97	1,95	1,48
2	6	53,90	3,87	54,55	4,54	3,01	63,45	2,31	1,69	0,80
3	4	49,10	3,16	84,03	5,21	3,71	64,54	2,58	2,04	0,67
4	1	36,63	3,64	56,04	4,45	2,21	97,01	2,97	1,42	0,46
5	5	47,59	4,18	71,25	5,62	2,81	44,43	2,15	1,43	0,69
6	2	31,55	3,15	42,82	3,00	1,97	42,07	2,70	1,49	0,76
Mittel		45,96	3,89	65,87	4,69	2,84	74,78	2,61	1,67	0,81
GD 5 %		19,13	2,03	14,56	1,31	0,58	37,50	1,66	1,12	0,57

lfd. Nr.	Sort. Nr.	Juli 1972				Oktober 1972			
		a	b	c	d	a	b	c	d
1	3	180,71	7,26	5,46	3,81	150,97	6,46	4,66	3,28
2	6	126,57	8,84	4,99	3,30	122,10	6,96	4,44	3,42
3	4	196,23	10,18	7,56	5,01	113,39	5,68	3,62	2,40
4	1	106,77	9,50	4,88	4,08	97,08	6,33	3,97	3,15
5	5	132,76	6,44	3,37	3,22	57,13	6,06	2,75	2,00
6	2	82,63	7,36	4,89	4,36	63,85	3,54	2,47	1,64
Mittel		137,61	8,26	5,19	3,96	100,75	5,84	3,65	2,65
GD 5 %		34,17	3,03	1,74	1,39	38,87	2,54	1,74	1,27

Schichten festzustellen. Besonders hoch liegt sie in der obersten Schicht von 5 cm. In diesen Werten kommen jedoch die zwiabelartigen Verdickungen der Triebbasen mit zum Ausdruck, d. h. es ist nicht alles zu den Wurzeln zu rechnen, was hier als organische Substanz gefunden wurde. Die Werte selbst sind in dieser Schicht von Anfang an sehr viel höher als bei Lolium perenne. In den tieferen Schichten sind diese Unterschiede nicht mehr vorhanden. Hier liegen die Werte annähernd auf gleicher Höhe.

Tabelle 7: Wurzelmassenentwicklung unter Phleum pratense und Phleum nodosum
Zahl der Sorten: 6
in dz/ha Trockenmasse

Zeit der Probenahme	Schichttiefe in cm					Sa.
	0-5	5-10	10-15	15-20		
Dezember 1970	45,96	3,89	—	—	—	49,85
Juni 1971	65,87	4,69	2,84	—	—	73,40
November 1971	74,79	2,61	1,67	0,81	—	79,88
Juli 1972	137,61	8,26	5,19	3,96	—	155,02
Oktober 1972	100,75	5,84	3,65	2,65	—	112,89
Mittel:	84,99	5,06	3,34	2,47	—	

Zum 5. Untersuchungstermin nahm aufgrund der besseren Zersetzungsbedingungen die Wurzelmenge in der obersten Bodenschicht deutlich ab, wengleich relativ nicht so stark wie bei Lolium perenne. Es zeigt sich ferner die gleiche Zunahme der Wurzelmenge in den tieferen Schichten jeweils im Juni und Juli der betreffenden Jahre und die Abnahme im Oktober und November.

Tabelle 8: Schwankungsbreite der Wurzelwerte (Oktober 1972)

Schichttiefe	dz/ha Trockenmasse	GD. 5 %
0- 5 cm	57,13-150,97	38,87
5-10 cm	3,54- 6,96	2,54
10-15 cm	2,47- 4,66	1,74
15-20 cm	1,64- 3,42	1,27

Wegen des sehr unterschiedlichen Sortenverhaltens liegen die Schwankungsbreiten der Wurzelmassenentwicklung bei der letzten Probenahme im Oktober 1972 in der obersten Bodenschicht sehr hoch. In den tieferen von 5-20 cm sind sie jedoch geringer als bei Lolium perenne.

(Fortsetzung folgt)

Vegetationsbeeinflussende Faktoren auf Böschungen, Banketten und anderen Extensivflächen

I. Der Boden

M. Petersen, Odense/Dänemark

Einführung

Im Vorsommer 1971 hat das dänische Verkehrsministerium einigen Firmen, die sich mit der Ansaat von Böschungen und Banketten beschäftigen, eine zeitweilige Erlaubnis erteilt, Futtergräser in Samenmischungen zur Aussaat auf Böschungen und Banketten zu verwenden. Bonitierungen auf Böschungen und Banketten, die mit Futtergräsern angesät wurden, zeigen indessen, daß die Futtergräser nicht ausdauernd sind. Im Laufe ganz weniger Jahre stellt man eine wesentliche Reduktion des Pflanzenbestandes fest. Der Grund kann sein, daß die Temperatur auf südlich gerichteten Böschungen oft eine Höhe von 50° bis 60° C erreicht. Da die Infiltration der Böschungen zugleich nur ungefähr ein Drittel der Wasserinfiltration von Horizontal-Flächen ausmacht, ist es auch nicht zu erwarten, daß man Futtergräser für die Etablierung auf Extensivflächen verwenden kann. Futtergräser sind dazu gezüchtet, einen großen Ertrag pro Flächeneinheit auf guten Böden zu geben. Ein großer Grünmasseeertrag ist genetisch mit weniger

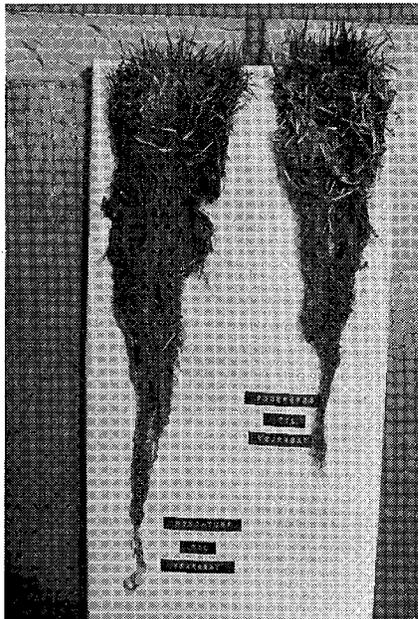


Abb. 1:
Links: Wurzelnetz von
gezüchteten Rasengrä-
sern
Rechts: Wurzelnetz von
Futtergräsern

Blattmasse und einem kleinen Wurzelnetz verbunden. Weniger Blätter bedeuten aber nur einen beschränkten Schutz gegen Sonneneinstrahlung und Temperatur.
Die Bodenverhältnisse, die klimatischen Verhältnisse sowie die

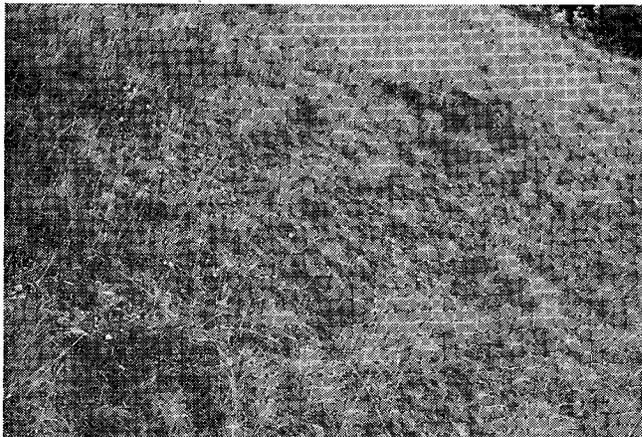


Abb. 2: Böschung mit angesäten Futtergräsern; nach 4 Jahren nur noch wenig Gras vorhanden

biotischen Faktoren, die das Wachstum des Grases auf Böschungen beeinflussen, werden in dieser Arbeit näher beschrieben und mit Bonitierungen auf Extensivflächen sowohl im Inland als auch im Ausland verglichen. Aufgrund der erwähnten Faktoren werden abschließend Samenmischungen angeführt, die die Eigenschaften besitzen, die man für das Wachstum auf Extensivflächen verlangen muß.

Wenn feststeht, daß eine neue Straße notwendig ist oder daß ein existierender Weg ausgebaut werden muß, muß ein Entwicklungsplan vorbereitet werden. Das Schlüsselwort jedes Entwicklungsplanes heißt Boden. Bei der Linienführung nimmt man auf die betroffenen Böden normalerweise nur wenig Rücksicht. Von dem für die Straßenführung bereitstehenden Boden verwendet man einen Teil für den Verkehr. Diese Fläche wird mit Asphalt oder Beton belegt. Aus der übrigen Fläche entstehen Bankette und Böschungen, die im größtmöglichen Umfang einen ebenen und natürlichen Übergang von der Topographie der Landstraße zur Topographie der umliegenden Fläche bilden sollen. Heute sollten die Böschungen zu einem Teil der angrenzenden Flächen gestaltet werden und somit einen gleichmäßigen Übergang zur natürlichen Topographie bilden.

Obwohl die Böschungsfäche nicht direkt zur Abwicklung des Verkehrs beiträgt, ist sie ein integrierter Teil der Landstraße und der Verkehrsfazilitäten. Die Böschungen sollen deshalb weder die Harmonie der Landschaftsszenerie noch die optische Linie des Verkehrs brechen. Es ist wichtig, daß die Böschungsfäche harmonisch in die Landschaft integriert wird. Eine Vegetation irgendeiner Art ist der zweckmäßigste Schutz gegen Erosion, sowohl auf Böschungen als auch auf Banketten sowie auf vielen anderen Flächen, wo der Mensch der Natur Wunden verursacht hat. Ferner ist eine Vegetation die beste Hilfe, wenn die menschengeschaffene Konstruktion mit der natürlichen Umgebung verschmelzen soll. Die Vegetation muß deshalb als ein notwendiger Teil des Straßenbaues betrachtet werden.

Die Vegetation umfaßt eine Reihe von Pflanzen, von niedrigwachsenden Gräsern bis zu größeren Büschen und Bäumen. Im großen und ganzen sind jedoch die Gräser die meistbenutzten Pflanzen für die vegetative Decke, während Büsche und Bäume eher als eine Art dreidimensionaler Bepflanzung betrachtet werden, die eine ganz besondere Planung erfordert.

Das Hervorbringen einer Vegetation auf Böschungen führt eine Reihe von Problemen mit sich, die an anderen Stellen nicht auftreten. Steile Böschungen und kompakter Boden sowie extreme klimatische Verhältnisse machen die Pflanzenetablierung schwierig. Es ist deshalb äußerst wichtig, über die rich-



Abb. 3: Mit gezüchteten Rasengräsern in richtiger Zusammensetzung angesäte Böschung; nach 4 Jahren immer noch 100% Grasbedeckung

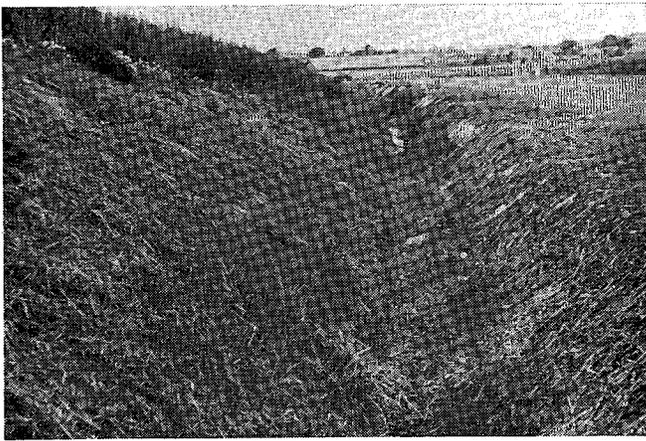
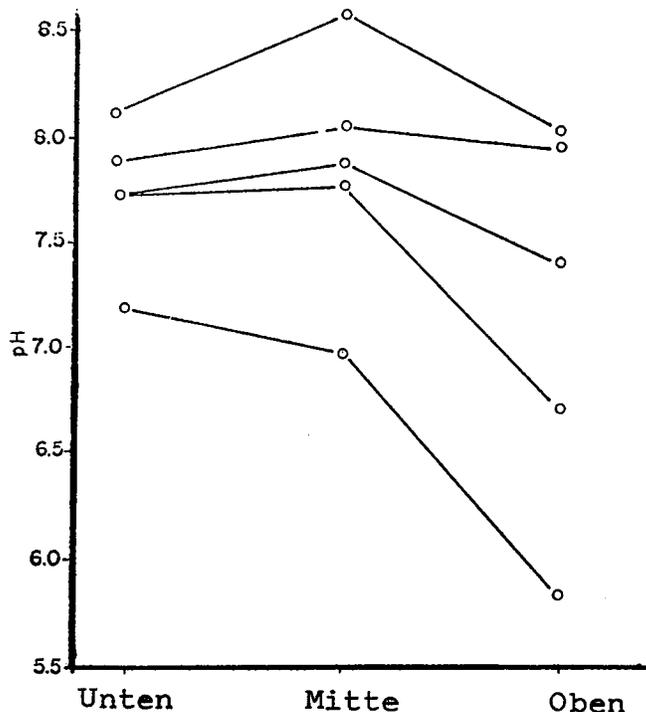


Abb. 4: Besseres Mikroklima in der Entwässerungsrinne führt zu besserer Pflanzenetablierung als das Mikroklima auf dem oberen Teil der Böschung

tigen Pflanzen verfügen zu können sowie über eine Methodik, die eine schnelle Etablierung der Pflanzen hervorbringen kann. Die Pflanzen müssen Eigenschaften besitzen, die einer Erosion entgegenwirken. Sie müssen ein kräftiges Wurzelnetz entwickeln können, eine gute Narbenbildung haben, sie müssen niedrigwachsend sein, sich selbst erhalten können und bezüglich der Forderungen an Wasser und Düngung genügsam sein. Ferner sollen die Pflanzen keine unkrautartigen Eigenschaften besitzen.

Gemäß der physikalischen Struktur und Textur wirken die Bodenverhältnisse auf die Bewegung des Wassers ein. Die Infiltration von 60 mm Wasser bis in eine Tiefe von 10 cm erfolgt auf Sandböden im Laufe von 9 Minuten, bei Tonböden dauert es 76 Minuten. Falls das Wasser 20 cm sinken soll, dauert es auf Sandböden 34 Minuten, auf Tonböden aber 280 Minuten. Falls der Boden komprimiert wird, wird die Bodenstruktur zerstört, was zur Ursache vorherrschender Feuchtigkeit wird, eventuell mit Wasserschäden in Perioden mit großem Niederschlag und mit Trockenschäden in Perioden ohne Niederschlag. Die wechselnden Feuchtigkeitsverhältnisse beeinflussen die Luft im Boden und damit auch die Temperaturverhältnisse, die so extrem werden können, daß die Vegetation entweder geschädigt oder gehemmt wird.

Der Boden kann auch so locker sein, daß er seine Wasserhaltefähigkeit verliert. Hierdurch können nicht nur Trockenschäden entstehen, sondern der trockene und lockere Boden



Darst. 1: Variation der Reaktionszahl des Bodens auf Böschungen

ist dem Frost stärker ausgesetzt, der die Vegetation oder die Etablierung einer Vegetation ebenfalls schädigen oder hemmen kann.

Verdichtete Böden mit großem Tonanteil können, wenn sie naß sind, plastisch und fettig sein und somit die Abströmung des Oberflächenwassers vergrößern und die Wassererosion fördern.

Mit den schwierigen physikalischen Verhältnissen der Begrüungsflächen ohne Mutterboden sind auch weniger förderliche Verhältnisse zur Etablierung eines Pflanzenbestandes verbunden. Sozusagen alle Böden ohne Mutterboden sind stickstoffarm. Ferner gibt es häufig eine große Variation im pH-Wert vom oberen Teil der Böschung bis zum unteren Teil; gewöhnlich ist der pH-Wert am oberen Böschungsteil am niedrigsten.

Dieser Unterschied im pH-Wert kann für die Aufnahme von Phosphor und gewissen Mikronährstoffen Probleme bereiten. Der Boden und die biotischen Verhältnisse, die das Wachstum beeinflussen, zeigen übrigens eine so große Variation vom unteren bis zum oberen Teil der Böschung, daß die vertikale Variation größer als die laterale Variation ist.

Auf den Banketten kann eine Bodenbearbeitung bis zu einem gewissen Grade die Bodenstruktur verbessern. Dies ist normalerweise auf Böschungen nicht möglich. Ebenso kann ein umfassendes Düngungsprogramm die Fertilität des Bodens verbessern, man kann aber keine Gräser oder keine Leguminosen finden, die alle Eigenschaften besitzen, die für die Etablierung einer stabilen Vegetation notwendig sind – weder für Böschungen und Bankette, noch für andere Flächen.

Klima, Boden und biotische Verhältnisse sind mit verschiedenen Wachstumsreaktionen der einzelnen Grasarten korreliert. Diese Reaktionen und Verhältnisse können nicht immer im voraus erkannt werden. Deshalb ist eine Samenmischung von Arten, die normalerweise auf ähnlichen Flächen wachsen, eine gute Versicherung gegen herrschende ungünstige Verhältnisse. Aber wie die Arten verschieden reagieren können, so können auch die Sorten innerhalb der einzelnen Arten in bezug auf ihre Forderungen hinsichtlich Anpassung an das Milieu variieren. Dabei kann ein Faktor entscheidend sein, aber gewöhnlich ist ein Zusammenspiel zwischen den verschiedenen Faktoren der Grund dafür, daß eine Aussaat oder Pflanzung gelingt oder mißlingt. Es ist nicht genug, von den Pflanzen und den verschiedenen Faktoren, die das Wachstum der Pflanzen beeinflussen, Kenntnis zu haben, der planende Mensch muß auch die Einsicht und die Fähigkeit besitzen, dieses Wissen einzusetzen. Dies gilt besonders für diejenigen, die mit der Arbeit der Pflanzenetablierung beschäftigt sind.

Die drei Faktoren: Boden, Klima und biotische Verhältnisse setzen sich jeweils aus mehreren anderen Faktoren zusammen, die ebenfalls in Betracht genommen werden müssen, da mitunter nur einer dieser Faktoren der Grund dafür sein kann, daß die Etablierung mißlingt.

Der Boden

1. Physikalische und chemische Verhältnisse
2. Die Fertilität des Bodens
3. Der pH-Wert des Bodens
4. Der Komprimierungsgrad des Bodens
5. Die verfügbare Bodenfeuchtigkeit und das Verhältnis zu Textur und organischem Material
6. Die Erosion des Bodens sowie die Reaktion des Bodens auf Frost.

Klimatische Faktoren

1. Die Lichtintensität auf Böschungen mit variierendem Hang
2. Die Temperaturverhältnisse auf Böschungen mit variierendem Hang.

Biotische Faktoren

1. Pflanzenarten, Sorten oder Genotypen innerhalb der Art und deren Abhängigkeit von Boden und Klimaverhältnissen
2. Faktoren, die auf das Keimen und die Etablierung der Samenmischung Einfluß haben
3. Erhaltung der Vegetation

1. Der Boden

1. Die physikalischen und chemischen Verhältnisse des Bodens

Die physikalischen Eigenschaften eines Bodens werden von dessen Textur- und Strukturverhältnissen bestimmt.

Die Textur beschreibt die Grundsubstanz des Bodens, die Größenverteilung der Primär- oder Einzelpartikel des Bodens und ob es mineralischer oder organischer Stoff ist. Die Textur oder mechanische Zusammensetzung ist für den Anbauwert sowie die Gestaltung und Durchführung von kulturtechnischen Projekten entscheidend.

Die Struktur des Bodens ist ein Ausdruck der Zusammensetzung des ganzen Bodenskeletts, eine Charakteristik der wechselseitigen Lagerung der Erdpartikel. Die Struktur hängt besonders von den Eigenschaften der Tonkolloide und denen der organischen Kolloide ab, indem diese als Bindemittel zwischen den großen Partikeln wirken. Durch Sieben, Sedimentation und Glühen lassen sich die einzelnen Bestandteile entsprechend ihrer Partikelgröße in mehrere Fraktionen trennen:

Stein	200 – 20 mm	Feiner Sand	0,2 – 0,02 mm
Kies	20 – 2,0 mm	Schluff	0,02 – 0,002 mm
Grober Sand	2,0 – 0,2 mm	Ton	< 0,002 mm

Die Tonfraktion ist besonders aktiv, wenn der Boden gebunden werden soll. Sie trägt auch die wichtigsten chemischen Reaktionen bei der Aufnahme und Ausnutzung von Pflanzennährstoffen, hierunter auch Wasser, das so fest gebunden werden kann, daß die Pflanzen es nicht aufzunehmen vermögen. Schluff liegt in der Größe zwischen Ton und Sand. Die Porengröße von Schluff ist so, daß er den größten Teil der zugänglichen Wassermenge enthält. Sand hat keine Wasserhaltefähigkeit und fördert deshalb Entwässerung und Luftaustausch. Der Sand enthält nur ganz wenig Pflanzennahrung, weil er keine Kationenumtauschkapazität hat; deshalb muß auf Sandböden häufiges Düngen stattfinden.

Ein Anteil an Sand trägt dazu bei, den Boden poröser zu machen und erleichtert dadurch die Wasserinfiltration

100 mm Wasser infiltrieren

in Kies	in ca. 10 Sekunden
in Sand	in ca. 17 Minuten
in feinem Sand	in ca. 28 Stunden
in Schluff	in ca. 4 Monaten (Verdunstung dominiert)
in hartem Tonboden	in ca. 320 Jahren (Verdunstung dominiert)

Der Ton ist eine Mischung aus mehreren Mineralien, von welchen die wichtigsten Kaolin und Montmorillonit sind. Diese beiden Tonmineralien sind verschieden aufgebaut und reagieren deshalb auch verschieden unter dem Einfluß von Wasser und verschiedenen Kationen. Die Fähigkeit, Kationen aufzunehmen, ist am größten bei Montmorillonit. Wasser ist leicht absorbierbar und Montmorillonit quillt bei Feuchtigkeit leicht auf und vergrößert das Volumen. Die Fähigkeit, Ionen aufzunehmen, wird Kationkapazität genannt und in Milliäquivalent pro 100 g Boden ausgedrückt.

Gewöhnlich ist zu sagen, daß Böden mit größerer Kationenaustauschkapazität am fruchtbarsten sind.

Kationenaustauschkapazität von:

Organischem Material	150 bis 500 m.Ä.
Montmorillonit	80 bis 150 m.Ä.
Kaolin	3 bis 15 m.Ä.
Sand	0



Abb. 5: Aussaat im Sand; Walzen fördert die Grasetablierung

Bei der Sedimentation werden die Tonkolloide wegen Überschuß an negativen Ladungen voneinander abgestoßen. Dies bewirkt, daß der Ton bei Regen plastisch werden kann und bei trockenem Wetter zusammenschrumpft, so daß er Spalten bildet und hart und krustig wird. Diese Eigenschaft, der Flockungsgrad, kann von mehreren verschiedenen Ionen beeinflusst werden, aber die Ionen haben nicht dieselbe Flockungsstärke. Für di- bzw. monovalente Ionen nimmt sie wie folgt ab:

Ba^{++} Sr^{++} Ca^{++} Mg^{++} NH_4^+ K^+ Na^+

Drei Prozesse sind bei der Krustenbildung beteiligt:

1. Dispersion = der bestehende Boden zerfällt in Einzelpartikel
2. Absonderung von Einzelpartikeln
3. Dehydrierung (Wasserabgabe)

Bdenoberflächen, die eine niedrige Strukturstabilität haben, sind einer Krustenbildung am meisten ausgesetzt. Krustenbildung ist im allgemeinen unabhängig von der Bodentextur, jedoch mit Ausnahme von Sand. Die härteste Kruste wird sich bilden, wenn grobkörniges und feinkörniges Material gemischt wird; z. B. kann eine Mischung von Sand, Schluff und Ton sehr hart werden, weil Ton und Schluff zwischen den Sandkörnern eingebettet werden.

Der physikalische Zustand des Saatbetts, die Struktur, ist ebenso entscheidend wie die Bodenart, die Textur. Aussaat oder Pflanzung auf einen sehr verkrusteten Boden wird eine schlechte Etablierung ergeben. Gleiches gilt für Sand. Bei Grasaussaat in Sand wird die Etablierung gefördert, wenn die Fläche sowohl vor als auch nach der Grasaussaat gewalzt wird. Mutterboden ergibt das beste Keimergebnis und die besten Wachstumsbedingungen.

Salz im Boden kann Keimung und Wachstum auf dreierlei Weise beeinflussen:

1. Durch Verminderung der Wasseraufnahme (diese Wirkung ist primär mit dem osmotischen Druck in der Bodenflüssigkeit verbunden).
2. Durch eine vergrößerte Aufnahme von schädlichen Ionen in einer solchen Menge, daß eine Giftwirkung entsteht.
3. Durch direkte Störung der Wurzeln. Der Salzgehalt im Boden geht aus der Leitungszahl hervor. Normaler Ackerboden hat eine Leitungszahl von 1 bis 1,5. Der Salzgehalt wird von Niederschlägen leicht beeinflusst, d. h. daß Salz mit Niederschlägen schnell ausgewaschen wird.

Böschungen aus Rohböden können oft mit Blauton, Eisensulfat ($FeSO_4$), belastet sein, das ein sehr starkes Pflanzengift ist, das eine Pflanzenetablierung unmöglich macht. Vor der Pflanzenetablierung muß deshalb versucht werden, das Eisensulfat zur Ferrihydroxyd $Fe(OH)_3$ zu oxydieren. Diese Oxydation geschieht am schnellsten durch Bodenbearbeitung oder durch Zufuhr von kohlenurem Kalk ($CaCO_3$).

2. Die Fertilität des Bodens

Für ein effektives Wachstum der Pflanzen werden 16 Elemente benötigt. Man kann erwarten, daß diese Anzahl steigen wird. Von diesen Elementen brauchen die Pflanzen einige mehr als andere. Fehlen einige oder sind sie nur in ungenügender Menge vorhanden, können Wachstumsdepressionen oder Mangelkrankheiten entstehen, die für das fehlende oder man-



Abb. 6: Gleiche Fläche wie in Abb. 5. Aufnahme 8 Monate nach der Aussaat

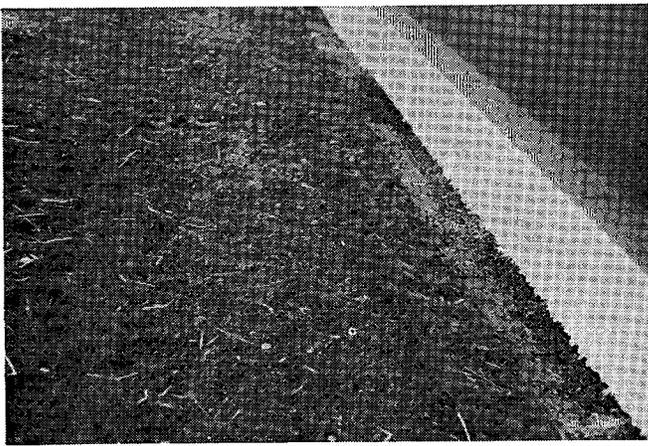


Abb. 7: Salzschiäden an Banketten

gelnde Element charakteristisch sind. Auf der anderen Seite kann ein Überschuß eines Elements eine Giftwirkung verursachen, die auch in Wachstumsdepressionen zum Ausdruck kommen kann. Die einzelnen Elemente müssen unter sich sowie nach Pflanzenart oder Grasart und bei den Grasarten auch innerhalb der einzelnen Arten ausgeglichen werden.

Die Fertilität des Bodens ist dessen Fähigkeit, Pflanzennährstoffe zu binden und zu entbinden, also die Kationenaustauschfähigkeit. Wie früher erwähnt, ist die Kationenaustauschfähigkeit an Ton und Humuskolloide gebunden. Die wichtigsten Ionen in bezug zu den Kolloiden sind Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ , H^+ , Al^{+++} . Die Kationenaustauschkapazität eines Bodens ist der totale Gehalt an austauschbaren Kationen, die ein Boden enthalten kann; er wird in Milliäquivalent pro 100 Gramm Boden ausgedrückt. Ein anderer Ausdruck ist die Basensättigung, die den Prozentteil der negativen Ladungen ausdrückt, der nicht mit H^+ kompensiert wird. Ein Idealboden ist 80% basengesättigt. Davon sind ca. 65% Ca, 10% Mg und 5% K. Je höher die Basensättigung ist, desto höher liegt der pH-Wert und desto fertiler ist der Boden.

Textur und Fertilität des Bodens haben einen großen Einfluß auf die Vegetation. Die Rotschwingelarten und die Agrostis-Arten wachsen am besten auf Sandböden und sind deshalb in dem westlichen Teil von Jütland dominierend. *Poa pratensis* wächst nur auf Böden mit einem Gehalt von mindestens 3 bis 4% an organischem Material.

In Verbindung mit der Fertilität des Bodens liegt es nahe, auch die einzelnen Düngemittel zu erwähnen.

Auf Rohboden muß man damit rechnen, daß keine Stickstoffnachlieferung stattfindet. Das bedeutet, daß Stickstoff zugeführt werden muß. Bei Berausung muß man indessen bemerken, daß eine übertriebene Zufuhr von Stickstoff in Verbindung mit der Grasaussaat das Keimen hemmend beeinflussen kann. Stickstoff muß also in bescheidenen Mengen zugeführt werden. Außerdem wird empfohlen, Schwefelsaures Ammoniak zu verwenden. Schwefelsaures Ammoniak wird an Tonkolloide gebunden und deshalb nur in geringem Umfang ausgewaschen. Außerdem wirkt Schwefelsaures Ammoniak besser auf das Wachstum nach dem Keimen als Nitratdüngung. Dies ist darauf zurückzuführen, daß zur Aufnahme von Ammoniumionen weniger Energie benötigt wird als zur Aufnahme von Nitrat-Ionen. Ein anderer Grund kann sein, daß das Ammonium die Phosphoraufnahme fördert, welche während des frühen Pflanzenwachstums große Bedeutung hat. Urea kann nicht empfohlen werden, da ein großer Teil gasförmig entweichen würde und deshalb den Pflanzen nicht zugute kommt. 20 bis 30% an Urea können auf diese Weise im Laufe einer Woche „verdunsten“. Die langsamwirkenden Düngemittel in Form von Ureaformaldehyd müssen bis auf weiteres mit einer gewissen Skepsis betrachtet werden, sie sollen jedenfalls nie als einzige Stickstoffquelle verwendet werden. Nitratstickstoff wird von den Pflanzen durch die Bodenflüssigkeit aufgenommen, und hier liegt eine große Gefahr für die Auswaschung vor. Im großen und ganzen ist Stickstoff ein mobiles Düngemittel, das leicht ausgewaschen wird.

Kalium hat keine große Wirkung beim Keimen des Grasses. Kalium spielt indessen eine beträchtliche Rolle beim späteren

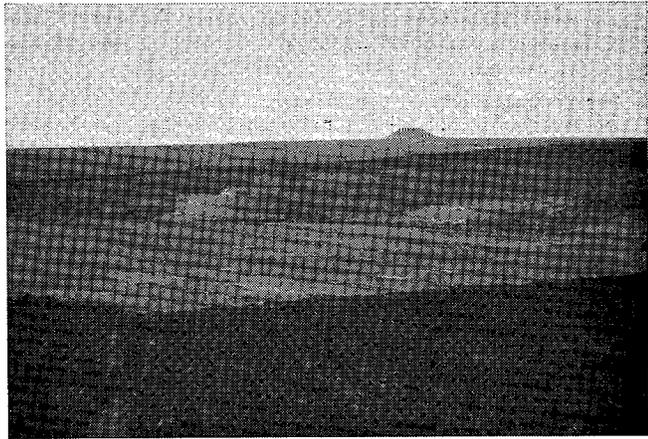


Abb. 8: Böschung ohne Vegetation; hoher Gehalt an Blauton (FeSO_4)

Wachstum des Grasses, indem es auf extreme Temperaturen modifizierend wirkt. Kalium verleiht größere Frosttoleranz sowie größere Toleranz gegen hohe Temperaturen, die man oft auf Böschungen findet. Auf Sandböden kann Mangel an Kali oft vorkommen. Die Fähigkeit der Gräser, Kali aufzunehmen, ist kleiner als die der Leguminosen. Kali wird nur in geringem Grad ausgewaschen.

Der Phosphorgehalt im Boden ist in Verbindung mit Aussaat und Pflanzung von großer Bedeutung. Nach der Keimung zeigen die Keimlinge eine Wachstumsdepression, die wahrscheinlich auf Mangel an Phosphat zurückzuführen ist. Jedenfalls hat man bei Phosphatdüngung ein sehr effektives Wachstum der Wurzeln nach der Keimung sowie eine große Phosphataufnahme in den ersten 40 bis 50 Tagen nach dem Keimen festgestellt. Phosphorsäure wird nicht von Niederschlägen ausgewaschen. Da es auf Böschungen nur eine verhältnismäßig geringe Wasserinfiltration gibt, wird Mangel an Phosphat leicht ein Problem, weil das Phosphat auch bei älteren Pflanzen einen günstigen Einfluß auf die Wurzelentwicklung hat. Anwendung von Diammoniumphosphat kann deshalb aktuell werden. Diammoniumphosphat ist ein leicht löslicher Phosphatdünger mit Stickstoffanteil, der bei häufiger Anwendung allerdings Mangel an Ca hervorrufen kann.

Der Ca-Gehalt des Bodens bleibt oft recht unbeachtet und wird häufig mit der Reaktionszahl (pH) verwechselt. Auf Böschungen sowie auf sehr sandigen Flächen, wo eine schnelle Begrünung wünschenswert ist, ist die Anwesenheit von Calcium wichtig. Calcium wirkt fördernd auf die Wurzelentwicklung ein und fördert die Nitrataufnahme, entweder als Ionenträger oder durch direkte Stickstoffaufnahme. Ein günstiger Calciumgehalt im Boden verleiht eine gute Bodenstruktur. Calcium kann als kohlensaurer Kalk, CaCO_3 , oder als Gips, CaSO_4 , zugeführt werden, eventuell auch als Ca(OH)_2 , aber in diesem Falle nur auf unbewachsene Böden.

Schließlich muß man bemerken, daß die häufigsten Krankheitsursachen bei Gras auf Ca-Mangel bzw. Stickstoffeinfluß zurückzuführen sind, d. h. entweder auf zu wenig oder zu viel Stickstoff. Ebenso sind Pflanzen, die unter konstantem Ca-Mangel leiden, am meisten dem Krankheitsbefall ausgesetzt.

3. Die Reaktionszahl des Bodens, pH-Wert

Der pH-Wert ist ein Ausdruck für die Wasserstoffionenkonzentration der Bodenlösung. Diese Konzentration hat einen großen Einfluß auf die Enzymaktivität der Mikroorganismen sowie auf Entwicklung und Umsatz der Pflanzen. Bei niedrigem pH-Wert bestimmen die Fungus-Organismen den Umsatz, was nicht zu wünschen ist. Ferner spielt die Reaktionszahl eine große Rolle bei der Aufnahme verschiedener Düngemittel durch die Pflanzen. Besonders die Phosphataufnahme ist stark vom pH-Wert beeinflusst. Die Angabe der Reaktionszahl erfolgt mit den Ziffern 0 bis 14, wobei 7 den Neutralpunkt darstellt. Von 0 bis 7 herrscht saure, von 7 bis 14 basische Reaktion. Die niedrigste in der Praxis feststellbare Reaktionszahl liegt bei 3,5 (in Wasser gemessen), die höchste bei 8,5. Die günstigste Reaktionszahl für das Graswachstum wird dagegen mit 6,0 bis 6,5 angenommen. Falls die Reaktionszahl zu niedrig wird, muß man mit Befall durch verschiedene Pflanzenkrankheiten rechnen. Die Reaktionszahl kann auf Böschungen vom oberen Teil bis zum unteren Teil verschieden sein (s. Abb.).

Die Reaktionszahl kann durch Zufuhr von kohlensaurem Kalk (CaCO₃) erhöht und durch Zufuhr von pulverisiertem Schwefel reduziert werden.

4. Der Verdichtungsgrad des Bodens

Eine Bodenverdichtung kann natürlich entstehen oder durch menschliche Aktivität verursacht werden. Viele Böden sind wegen eines großen Tonanteils von Natur aus sehr kompakt. Auf kompakten Böden sind die Partikel zusammengepreßt, die Porengrößenverteilung ist geändert und es liegen nur wenig große Poren vor. Somit hängen auch die Luft- und Wasser-Verhältnisse im Boden vom Verdichtungsgrad ab. Einige der Faktoren, die mit Verdichtung verbunden sind, sind harter Boden, knolliger Boden, trockene Flecken, Tümpel, flaches Wurzelsystem der Gräser und demzufolge schlechte Dürre-resistenz.

Bodenverdichtung wird durch Verkehr von Menschen und Maschinen verursacht, durch zu viel Bearbeitung mit Geräten sowie durch Regen. Wenn der Boden verdichtet wird, ändern sich verschiedene Bodeneigenschaften. Die Änderungen der physikalischen Verhältnisse sind am sichtbarsten, diese aber ziehen Änderungen der chemischen und biologischen Eigenschaften nach sich. Wenn der Boden verdichtet wird, vergrößert sich das Volumengewicht, die Wärmeleitfähigkeit nimmt zu und die Gefahr mechanischer Schäden an den Graswurzeln wächst, während sich die Porosität, die Wasserinfiltration und die Luftdiffusion verringert.

Ein grobes Maß für den Verdichtungsgrad des Bodens stellt das Volumengewicht dar, das das Gewicht in kg je Liter Boden ist. Für die Vegetation soll es in Tonboden nicht höher als 1,5 und in Sandboden nicht höher als 1,6 sein, was einem Porenvolumen von 45 bzw. 40% entspricht. Volumengewicht und Porosität geben aber keine Hinweise auf Porengröße und Porengrößenverteilung, die für Kapillarität, Wasserkapazität und Luftwechsel von entscheidendem Einfluß sind.

Die Luft im Boden, die hauptsächlich aus CO₂ und O₂ besteht und sowohl für als auch von der Respiration oder Photosynthese von Bedeutung bzw. abhängig ist, ist potentiell dazu imstande, direkt und unmittelbar alle Lebensfunktionen der Pflanzen zu bestimmen und zu kontrollieren. In durchlüfteten, porösen Böden findet in den Pflanzen eine schnellere Aufnahme und ein schnellerer Transport von Nährstoffen statt. Falls das Porenvolumen zu klein ist, wird die Aufnahme von Na und Cl ermöglicht, die normalerweise ausgeschieden werden. Zugleich wird die Wasseraufnahme reduziert, weil die Pflanzenzellen sich vergrößern und die Saugfähigkeit der Wurzeln nachläßt. Wenn Wasser nicht aufgenommen wird, schließen sich die Spaltöffnungen der Blätter, die Photosynthese hört auf und alle Wachstumsvorgänge der Pflanze kommen zum Stillstand. Voraussetzung für das Wachstum der Wurzeln ist die Respiration. Dazu wird ein Sauerstoffgehalt von 10 bis 15% und ein entsprechend niedriger CO₂-Gehalt von ca. 1% in der Bodenluft benötigt.

5. Verfügbare Bodenfeuchtigkeit im Verhältnis zu Textur und Struktur

Wasser bewegt sich im Boden teils unter dem Einfluß der Schwerkraft und teils infolge von Kapillarkraft. Schwerkraft leitet das Wasser immer nach unten, während die Kapillarkraft imstande ist, das Wasser in alle Richtungen zu bewegen. Die Infiltration des Wassers im Boden ist von der Porengröße und dem Abstand zum Grundwasserspiegel abhängig. Die Wasserinfiltration ist am größten auf Sandboden mit groben Poren und am niedrigsten auf Tonboden mit nur kleiner Porengröße. Die Wasserinfiltration ist außerdem von der Anlage der Böschungen abhängig.

Infiltration in mm/Stunde

	Plan	Niedrige Böschung	Steile Böschung
Sand	25	12	8
Sandboden	12	8	4
Tonboden	6	3	2
Schwerer Tonboden	4	2	1
Ton	2	1	0,2

Wasser nimmt sowohl direkt als auch indirekt am Wachstum der Pflanzen teil. Ein normales Gras enthält unter guten Wachstumsbedingungen ca. 80% Wasser. Wasser geht in das

tägliche Leben der Pflanzen dadurch ein, daß es ein Rohmaterial bei der Photosynthese und der Kohlenhydratbildung darstellt, ferner wirkt das Wasser beim Umsatz von Stärke und Zucker mit. Auch findet jede Nährstoffaufnahme in Wasserlösung statt. Das Wasser wird von Wurzeln und Wurzelhaaren der Pflanzen aufgenommen.

Einen Ausdruck für die Wasserhaltefähigkeit findet man in der Feldkapazität. Das ist die Wassermenge, die zurückbleibt, wenn das freie Wasser unter Einfluß der Schwerkraft aus den groben Poren abfließt. Die Feldkapazität ist vom Feinheitsgrad des Bodens abhängig.

Korngröße in mm	Wasserkapazität in Vol.-%	
	Maximale Wasserkapazität	Feldkapazität
> 0,25	42	38
2,00 – 1,00	44	4
1,00 – 0,25	39	24

Aus obigen Zahlen geht hervor, daß grober Sand mit gleichförmiger Korngröße zwar eine große Wasserkapazität besitzt und viel Wasser aufnehmen kann, daß die Wasserhaltefähigkeit, die Feldkapazität, aber sehr gering ist.

Ein Teil des Wassers in den feinen Poren ist wiederum so stark gebunden, daß die Pflanzen es nicht aufnehmen können. Diese Menge an verfügbarem Wasser ist vom Bodentyp abhängig. Sie ist am größten in schwerem Tonboden und bei Moorboden, am geringsten in grobem Sand.

Keimen und Wachsen sind in hohem Grade von der verfügbaren Feuchtigkeit abhängig. Die größte Keimungsrate wird bei Gräsern immer in feinkörnigen Böden gefunden, wo das meiste Wasser vorhanden ist. Deshalb keimt das Gras auch schneller auf planen Flächen als auf Böschungen, wo die Wasserinfiltration am geringsten ist.

6. Erosion und Reaktion auf Frost

Erosion geht hauptsächlich auf die beiden Einflußfaktoren Wasser und Wind zurück. Danach unterscheidet man Wassererosion und Winderosion. Wassererosion tritt vornehmlich auf stark verdichteten Tonböden auf, während sich die Winderosion besonders auf den leichten Sandböden auswirkt.

Um die Erosion auf den beiden verschiedenen Bodenarten zu verhindern, muß man die betreffenden Flächen schützen, und zwar während der Etablierungsperiode entweder durch Bindemittel oder mit Hilfe einer Decke von Mutterboden sowie später durch eine Bepflanzung, die auf den betreffenden Flächen wachsen kann.

Auf lockeren Sandböden bereitet die Gefahr eines frühen Nachtfrostes Etablierungsprobleme. Auf stark humushaltigen Böden tritt beim Einsetzen des Frostes oft eine Hebung der Fläche ein. Die Pflanzenwurzeln können abgerissen werden, so daß Trockenschäden entstehen können. Deshalb kann im Frühjahr ein Walzen solcher Flächen notwendig sein, wenn der Boden frostfrei und trocken ist.

Zusammenfassung

Nach einer Darstellung der Gesamtsituation der Begrünung extremer Flächen, insbesondere von Böschungen, werden folgende Faktoren behandelt, die die Vegetation von Seiten des Bodens beeinflussen:

- 1) Physikalische und chemische Verhältnisse.
- 2) Die Fertilität des Bodens.
- 3) Der pH-Wert des Bodens.
- 4) Der Komprimierungsgrad des Bodens.
- 5) Die verfügbare Bodenfeuchtigkeit und das Verhältnis zu Textur und organischem Material.
- 6) Bodenerosion sowie Reaktion des Bodens auf Frost.

Summary

This is an account of the difficulties encountered in providing extreme areas, especially slopes, with a green cover. In addition, the following factors are investigated, which, through the soil, influence the vegetation:

1. Physical and chemical conditions.
2. Soil fertility.
3. pH-value of the soil.
4. Level of compression of the soil.
5. Available soil moisture in relation to texture and organic matter.
6. Soil erosion and soil reaction to frost.

Vegetationsbeeinflussende Faktoren auf Böschungen, Banketten und anderen Extensivflächen

II. Klimatische Faktoren

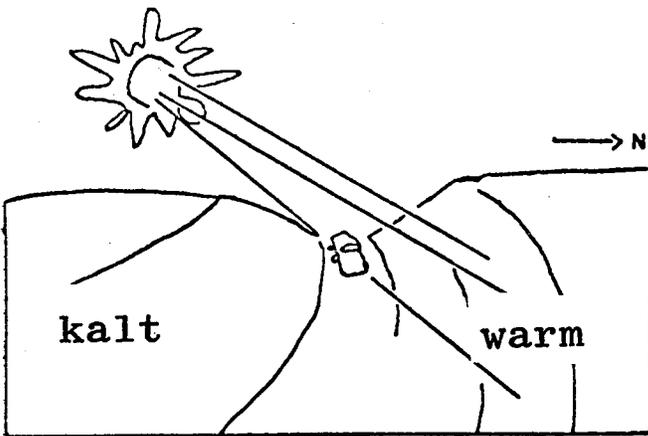
M. Petersen, Odense/Dänemark

1. Lichtintensität auf Böschungen mit variierender Hangrichtung

Während es an einem Einschnitt entlang einer nördlich und südlich gerichteten Böschung oder auf beiden Seiten einer Dammböschung gewöhnlich ziemlich gleichartige Bodenverhältnisse gibt, findet man im Gegensatz dazu aber oft große Unterschiede in der Vegetation und deren Fähigkeit zu überleben. Diese Entwicklungs- und Wachstumsunterschiede der Vegetation auf Böschungen mit verschiedener Hangrichtung werden größtenteils von Unterschieden in der Sonneneinstrahlung verursacht.

Die Lichtintensität und die Belichtungsdauer wirken beträchtlich auf das Mikroklima ein, das hierdurch entsprechend der Orientierung der Erdoberfläche zur Sonne geändert wird. Diese Abhängigkeit ist so groß und so konstant, daß sie mathematisch ausgedrückt werden kann.

Eine typische Situation ist in einer schematischen Zeichnung (Darst. 1) für einen Einschnitt mit einer südlich und einer



Darst. 1: Der Einfluß der Sonne auf die Böschungen ist von der Neigungsrichtung abhängig; eine nördlich gerichtete Böschung ist kalt, eine südlich gerichtete warm.

nördlich exponierten Böschung aufgezeigt. Der Neigungsgrad der Böschungen richtet sich nach der Anlage. Eine Anlage von 1 : 1,5 gibt eine Neigung von etwa 34°, eine Anlage von 1 : 2 eine Neigung von etwa 30°. Die südlich gerichtete Böschung empfängt direktes Sonnenlicht von hoher Intensität, während die nördlich gerichtete Böschung wegen des sehr niedrigen Einstrahlungswinkels auch nur Licht von sehr niedriger Intensität empfängt. Ein hoher Anteil des Lichtes, das

den Boden mit einem derart niedrigen Winkel trifft, wird reflektiert. Wenn die Sonne sehr niedrig steht oder die Böschungen sehr steil sind, empfangen die nördlich gerichteten Böschungen außerdem nur indirektes Licht. Dasselbe ist der Fall, wenn die angrenzenden Flächen mit Bäumen bewachsen sind.

Die Sonneneinstrahlung richtet sich nach der Himmelsrichtung. Nach finnischen Untersuchungen ist die Durchschnittseinstrahlung im Laufe eines Jahres auf Böschungen von 30° in Richtung Süden, Osten oder Westen bzw. Norden wie 3 : 2 : 1. Die Horizontalebene empfängt dieselbe Lichtmenge wie die östlich oder westlich gerichtete Böschung. Südost- oder südwest-exponierte Böschungen liegen in der Belichtungsintensität südlich gerichteten näher als östlich oder westlich gerichteten. Nordost- oder nordwestlich gerichtete Böschungen haben eine Belichtungsintensität, die mehr den nördlich gerichteten Böschungen entspricht. Die Sonneneinstrahlung auf 60° N ist etwas größer als auf 65° N. Dieser Unterschied entsteht aber nur während des Winterhalbjahres. In der Wachstumsperiode von Mai bis September gibt es keinen Unterschied. Nur während der Mittsommerzeit ist das Licht bei 65° N intensiver als bei 60° N.

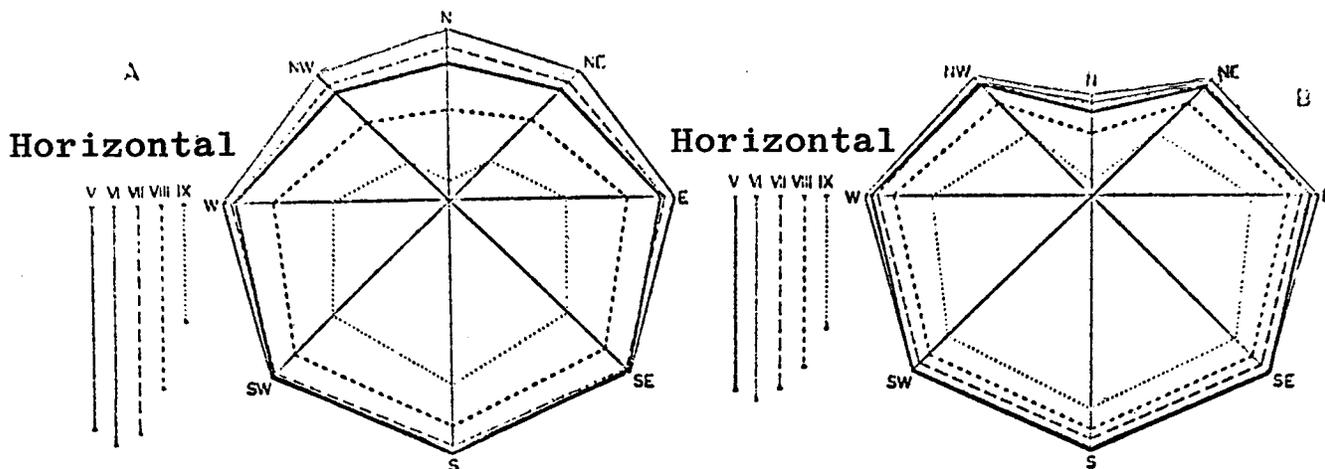
Während der Wachstumssaison verhält sich die Belichtungsintensität bei 60° N süd-, ost-west- sowie nördlich gerichteten Böschungen wie 9 : 7 : 4, im Juni wie 10 : 9 : 7, im August wie 9 : 7 : 4 und im September wie 10 : 6 : 1. Aus den Zahlen geht hervor, daß die Einstrahlung auf südost- und südwestlich gerichteten Böschungen sich der südlich gerichteten annähert, während die Werte für nordost- und nordwestlich gerichtete Böschungen eine Beziehung zu der nördlich gerichteten aufweisen. Ferner ist die Lichtintensität auf einer Horizontalfläche ein wenig höher als auf ost- und westlich gerichteten Böschungen.

Man sieht somit, daß hinsichtlich der Belichtungsintensität Böschungen mit Neigung nach Norden, nach Nordost und nach Nordwest eine schlechtere Lage als Böschungen mit Neigung gegen Südosten und Westen darstellen und das nördlich gerichtete Böschungen wiederum südlich gerichteten benachteiligt sind.

Die Menge an eingestrahlem Licht ist während der Mittsommerzeit pro Tag oder Monat eine recht feste Größe. Trotzdem ergeben südlich gerichtete Böschungen für eingestrahletes Licht in der wärmsten Stunde des Tages etwas größere Werte.

2. Temperaturverhältnisse auf Böschungen mit variierender Neigungsrichtung

Temperatur ist ein Ausdruck für Energie, die in Grammkalorien gemessen wird. Eine Kalorie ist die Menge Wärme, die notwendig ist, um 1 Gramm Wasser um 1° C zu erwärmen.



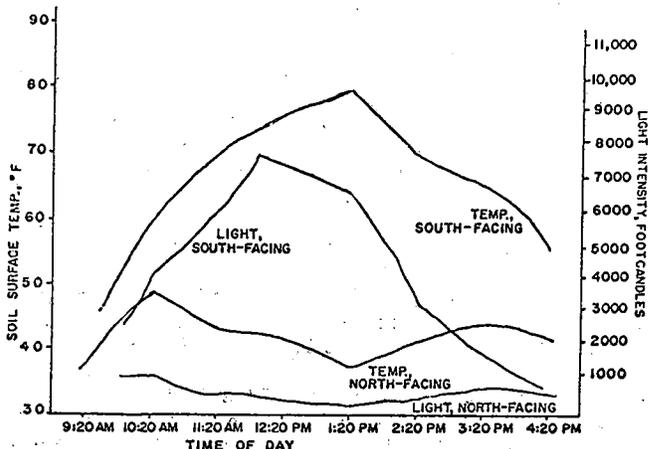
Darst. 2: Einstrahlungswerte für Böschungen von 30° Neigung mit variierender Neigungsrichtung. Latitude 60° N.
A. Monatliche Werte in der Zeit Mai-September

B. Werte in der wärmsten Zeit des Tages, gemessen am 15. der Monate Mai-September.
(LUNELUND, 1927)

Die Sonneneinstrahlung wird quantitativ als Grammkalorie pro cm^2 und Minute ausgedrückt.

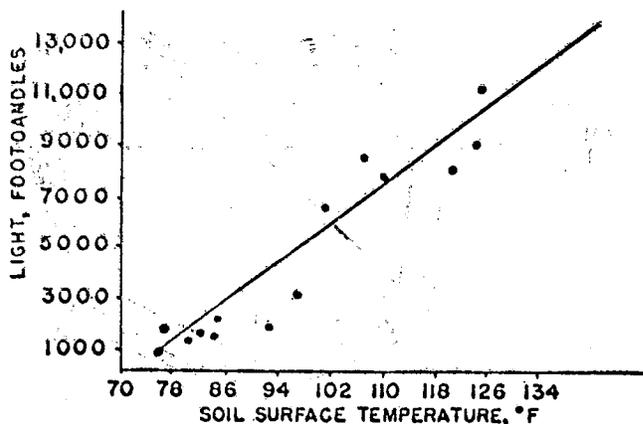
Sonneneinstrahlung ist die wichtigste Energiequelle für Gräser und andere Pflanzen. Mehrere Faktoren üben sowohl bei Erwärmung als bei Abkühlung einen gewissen Einfluß auf die Temperaturverhältnisse der Böschungen aus, insbesondere Sonneneinstrahlung, langwellige Rückstrahlung und die Wärmestrahlung (Konvektion).

Sonneneinstrahlung wird in Temperatursteigerung umgesetzt und je stärker die Sonnenstrahlung ist, desto höher steigt die Temperatur an. In Darstellung 3 ist die Abhängigkeit zwischen Lichteinstrahlung und den Temperaturverhältnissen auf südlich bzw. nördlich gerichteten Böschungen aufgezeigt.



Darst. 3: Verhältnis zwischen Lichtintensität und Erdoberflächentemperatur auf nördlich und südlich gerichteter Böschung am 7. Februar 1964. (McKEE et Al, 1965)

Die Messungen wurden am 7. Februar vorgenommen. Man sieht, daß es um 9.20 Uhr keinen bedeutenden Unterschied in den gemessenen Temperaturen gibt. Eine ausgesprochene Wirkung der Neigungsrichtung der Böschungen jedoch erkennt man aus dem Unterschied der Maximum-Temperatur auf den südlich bzw. nördlich gerichteten Böschungen. Der Unterschied beträgt ca. 40°F . = ca. 22°C . Dies zeigt, daß das Mikroklima ein besonders wichtiger Faktor für die Anpassung der Pflanzenarten auf Böschungflächen ist. Einige Pflanzenarten werden auf der einen Seite überleben, auf der anderen aber nicht. Aus Darstellung 3 geht auch das Verhältnis zwischen Lichtintensität und Oberflächentemperatur hervor. Die größte Lichtintensität entspricht der höchsten Temperatur. Dieses Abhängigkeitsverhältnis ist in Darstellung 4 für südlich gerichtete Böschungen dargestellt. Man findet ein sehr enges Abhängigkeitsverhältnis, das den Einfluß der Lichtstrahlung auf die Bodenerwärmung zeigt (s. auch Darst. 2 A und B). Diese Tatsache kann für das Wachstum der Pflanzen von Bedeutung sein, u. a. wegen der größeren Verdunstung. In Kalorien pro cm^2 ausgedrückt, wurde die Sonneneinstrahlung in Dänemark auf Horizontalebenen mit etwa 1,3 berechnet. Da-



Darst. 4: Der Einfluß der Lichteinstrahlung auf die Bodenoberflächentemperatur auf einer südlich gerichteten Böschung 1:1; 2. Juli 1964. (McKEE et Al, 1965).

von entfallen ca. $0,9 \text{ cal./cm}^2/\text{Min.}$ auf die Photosynthese, der Rest wird für Erwärmung und Verdunstung von der Oberfläche verbraucht. Dies bewirkt, daß die Temperatur auf einer unbewachsenen Fläche höher als auf einer bewachsenen Oberfläche ist.

Dieses enge Abhängigkeitsverhältnis kann auf verschiedenen Standorten, abhängig von Bodenfeuchtigkeit und Bodenfarbe, Luftbewegung und Neigungsrichtung der Böschung sowie der Vegetation auf der Böschung variieren.

Tyge W. BÖCHER (1946) hat in seinen Untersuchungen über die Flora in Dänemark auch die Temperaturen auf den Böschungflächen gemessen. Im wärmsten Monat liegt die Durchschnittstemperatur in Dänemark zwischen $16,5$ und 17°C , in Mitteleuropa zwischen $18,5$ und 21°C .

In der Zeit vom 2. bis 13. Juli sind auf süd-südöstlich gerichteten Böschungen folgende Meßwerte gewonnen worden:

Erdoberfläche:
 Maximum-Temperatur $57,0^\circ \text{C}$ Minimum-Temperatur $9,8^\circ \text{C}$
 Durchschnittl. Maximum-Temp. $41,0^\circ \text{C}$ Durchschn. Minim.-Temp. $13,2^\circ \text{C}$

In 20 cm Tiefe:
 Maximum-Temperatur $23,0^\circ \text{C}$ Minimum-Temperatur $14,0^\circ \text{C}$
 Durchschnittl. Maximum-Temp. $20,6^\circ \text{C}$ Durchschn. Minim.-Temp. $16,6^\circ \text{C}$

Auf einer schwach geneigten nördlich gerichteten Böschung wurden folgende Temperaturen ermittelt:

Erdoberfläche:
 Maximum-Temperatur $46,0^\circ \text{C}$ Minimum-Temperatur $6,5^\circ \text{C}$
 Durchschnittl. Maximum-Temp. $33,1^\circ \text{C}$ Durchschn. Minim.-Temp. $10,2^\circ \text{C}$

In 20 cm Tiefe:
 Maximum-Temperatur $21,0^\circ \text{C}$ Minimum-Temperatur $14,5^\circ \text{C}$
 Durchschnittl. Maximum-Temp. $19,6^\circ \text{C}$ Durchschn. Minim.-Temp. $16,1^\circ \text{C}$

An der Nordseite eines Hauses waren folgende Werte feststellbar:
 Maximum-Temperatur $26,5^\circ \text{C}$ Minimum-Temperatur $8,8^\circ \text{C}$
 Durchschnittl. Maximum-Temp. $8,8^\circ \text{C}$ Durchschn. Minim.-Temp. $12,0^\circ \text{C}$

Wie früher erwähnt, kann der Wind eine mäßigende Wirkung auf die Temperatur der Böschungen ausüben. Die Böschungen, die dem Wind ausgesetzt sind, weisen niedrigere Temperaturen auf.

An einer Sanddüne, die dem Westwind ausgesetzt ist, wurde folgendes gemessen:

Westseite:		Ostseite:	
Maximum-Temperatur	$24,4^\circ \text{C}$	Maximum-Temperatur	$27,1^\circ \text{C}$
Minimum-Temperatur	$9,3^\circ \text{C}$	Minimum-Temperatur	$9,9^\circ \text{C}$

Auch von der Vegetation geht eine mäßigende Wirkung auf die Temperatur an den Böschungen aus. Auf einer südlich gerichteten Böschung mit einer Neigung von 40° wurden am 2. August 1940 folgende Temperaturen gemessen:

Lufttemperatur in 1,5 m Höhe	$24,8^\circ \text{C}$
Unbedeckte Bodenoberfläche	$57,5^\circ \text{C}$
Moosbedeckte Bodenoberfläche	$31,5^\circ \text{C}$
In 20 cm Bodentiefe	$24,1^\circ \text{C}$

Weiterhin wird die Verdunstung von der Neigungsrichtung der Böschungen beeinflusst. So verdunsteten nach Neigungsrichtungen in der Zeit vom 17. bis zum 23. August 1942

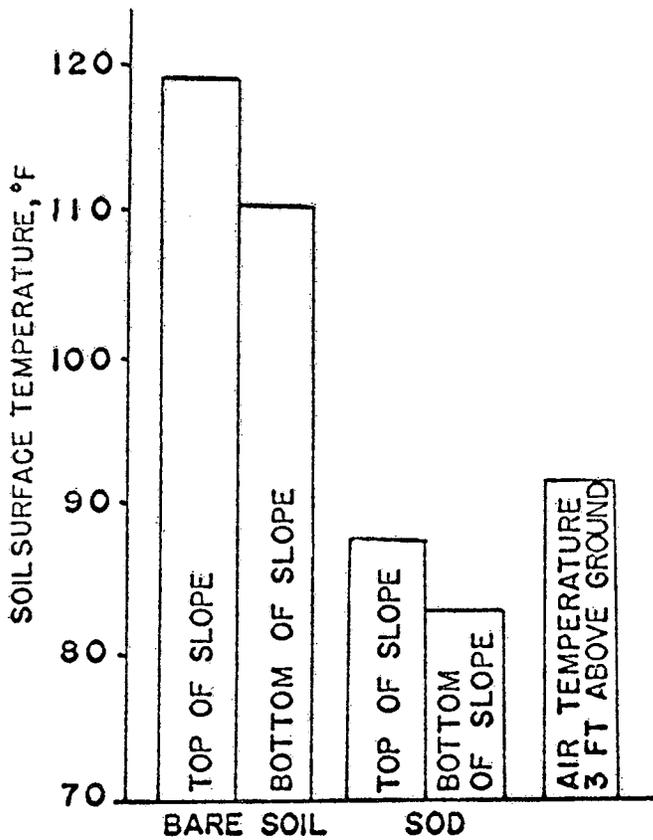
auf einer westlich gerichteten Böschung	$3,3 \text{ cm}^3/\text{Tag}/\text{cm}^2$
auf einer östlich gerichteten Böschung	$0,16 \text{ cm}^3/\text{Tag}/\text{cm}^2$

Mit Ausnahme des ersten Tages der Versuchsperiode, als Westwind herrschte, wehte der Wind aus Süd-Südost.

Ferner variiert das Mikroklima von kalt und feucht am Fuße einer nördlich gerichteten Böschung bis heiß und trocken auf der Krone einer südlich gerichteten Böschung.

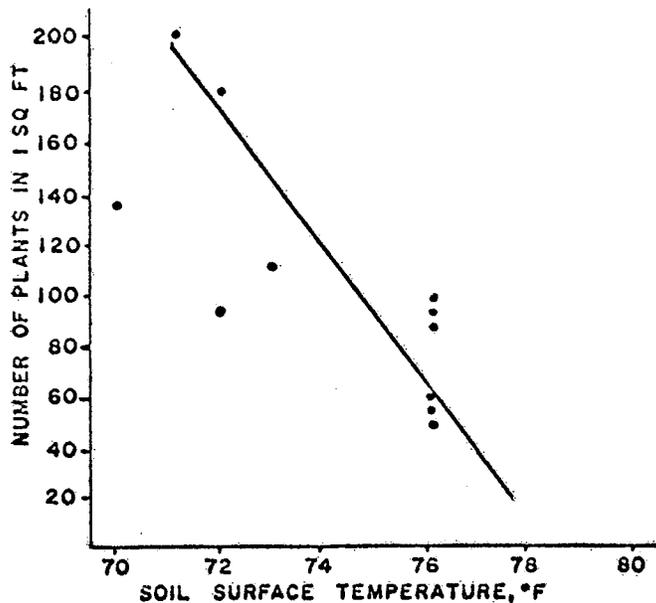
Diese Unterschiede im Mikroklima spielen sich auch bei der Etablierung einer Vegetation ab. Neu gesätes Gras keimt schneller am Fuße einer nördlich gerichteten Böschung als auf der Spitze einer südlich gerichteten. Darstellung 5 zeigt die Bodentemperatur, die am Boden bzw. oberhalb einer südlich gerichteten Böschung von 45° Neigung im Mai gemessen wurde. Die Temperatur auf der Böschungskrone war bei unbedecktem Boden um ca. 6°C höher als am Fuße der Böschung. Bei bepflanzt Boden betrug der Unterschied nur 3°C . Demgegenüber ist die Lufttemperatur in 1 m Höhe über der Oberkante der Böschung von der Temperatur an der Erdoberfläche unabhängig (Darst. 9-11).

Schatten und Isolierung der Erdoberfläche haben einen sehr entscheidenden Einfluß auf die Bodentemperatur, weil der Boden gegen Wärmeausstrahlung geschützt wird. Die Aufnahme von eingestrahlt Licht durch die Vegetation ist ohne Zweifel der wesentlichste Einzelfaktor, der in Verbindung mit dem Einfluß der Temperatur auf die Erdoberfläche beobachtet werden muß. Hierzu zeigt Darstellung 6 das Verhältnis zwischen



Darst. 5: Erdoberflächentemperatur am unteren sowie am oberen Teil einer südlich gerichteten Böschung, 1 : 1, mit und ohne Vegetation; 5. Mai 1964. (McKee et al, 1965).

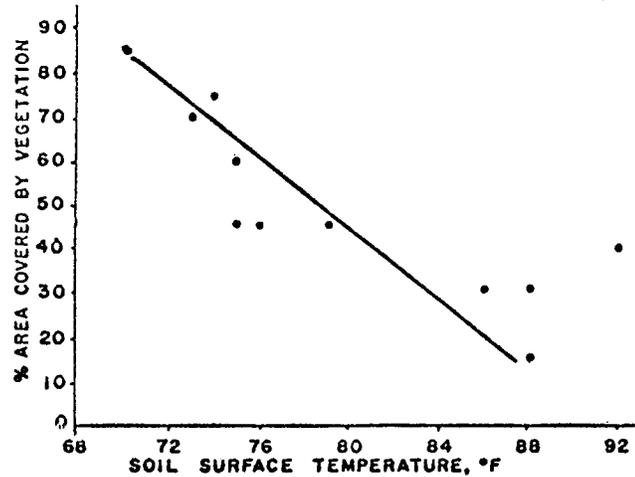
der Pflanzenzahl von *Festuca arundinacea* und der Bodentemperatur auf einer südlich gerichteten Böschung. Diese Daten ergeben, daß bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt der Pflanzenetablierung die junge Pflanzendecke eine mäßigende Wirkung auf das Mikroklima der Böschung ausübt. Die Daten lassen auch die Wichtigkeit einer schnellen Etablierung mit einer geeigneten Decke zum Schutz der empfindlichen Pflanzenteile gegen hohe Wärmegrade erkennen. Blatt- sowie Wurzelknospen sind sehr wärmeempfindlich. Die Temperaturmessungen wurden auf der Erdoberfläche vorgenommen, weil das Gras hier keimen soll, ebenso wie von der Erd-



Darst. 6: Der Einfluß der Pflanzendichte auf die Oberflächentemperatur einer südlich gerichteten Böschung, 1 : 1, mit *Festuca arundinacea*. Aussaat: 20. März, Pflanzhöhe 5 bis 7 cm; Untersuchung: 15. Mai. (McKee et al, 1965).

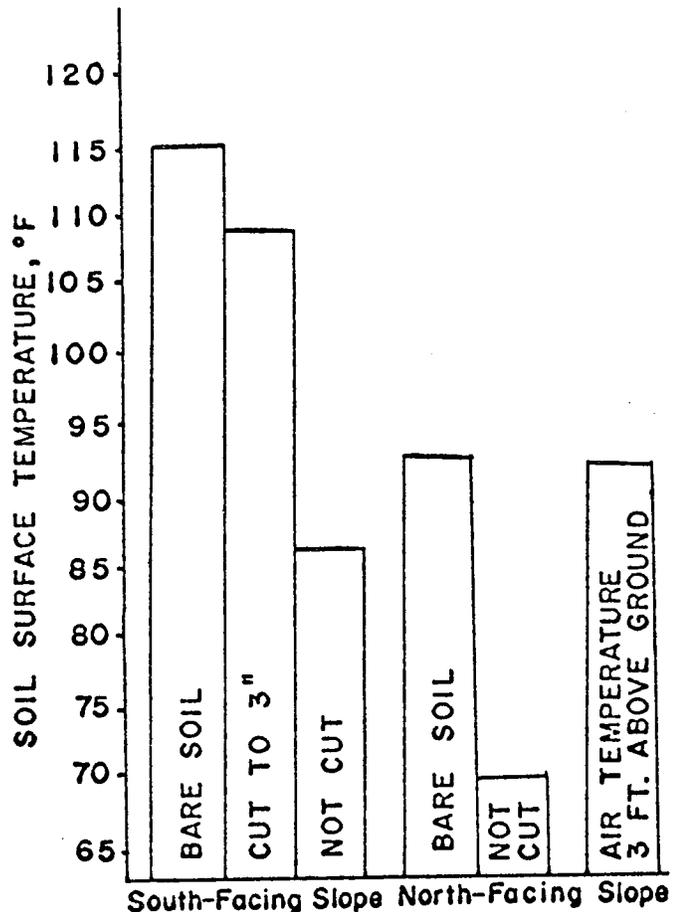
oberfläche die wichtigsten physiologischen Aktivitäten, Wurzelbildung sowie Bildung von Blättern und Seitensprossen, ausgehen.

Viele Pflanzen, die im Laufe des Sommers keine Ruheperiode einlegen, können Temperaturen von über 45 bis 50° C, die oft auf Böschungflächen vorkommen, nicht überleben. Diese Temperatur muß jedoch mehrere Stunden hindurch einwirken, um vernichtend zu sein. Hierbei ist eine hohe Bodentemperatur schädlicher als eine hohe Lufttemperatur.

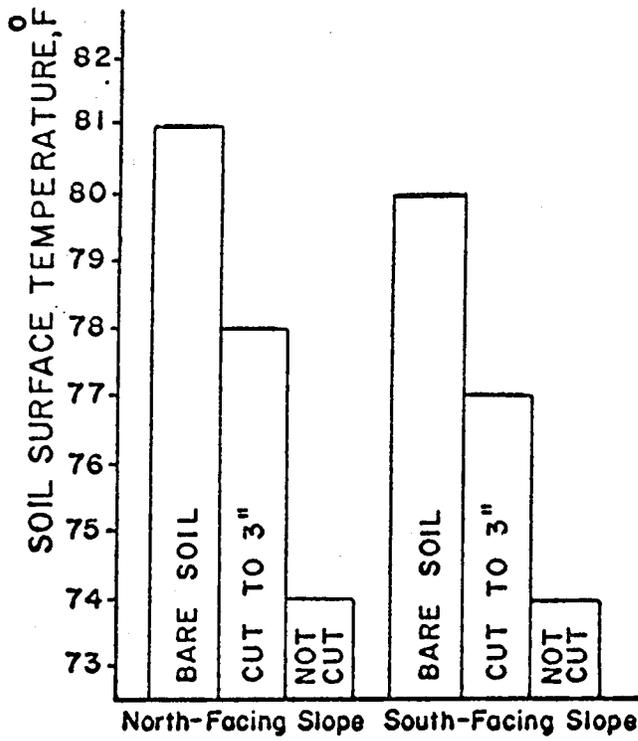


Darst. 7: Der Einfluß der Pflanzendichte (visuell beurteilt) auf die Bodentemperatur einer südlich gerichteten Böschung, 1 : 1, 8. Juni 1964 (McKee et al, 1965)

Wenn die Pflanzendecke auf die Bodentemperatur eine mäßigende Wirkung hat, muß auch das Mähen des Grases die Temperatur der Erdoberfläche beeinflussen, was in der Tat auch geschieht. Darstellung 8 zeigt den Einfluß des Mähens



Darst. 8: Der Einfluß des Mähens auf die Bodentemperatur im Verhältnis zur Lufttemperatur im Mai, auf süd- und nördlich gerichteten Böschungen, 80 % mit 45 cm hohem *Festuca arundinacea* bedeckt. (McKee et al, 1965)



Darst. 9: Der Einfluß des Mähens auf die Erdoberflächentemperatur von südlich und nördlich gerichteten Böschungen bei bewölkter Witterung (McKee et al, 1965).

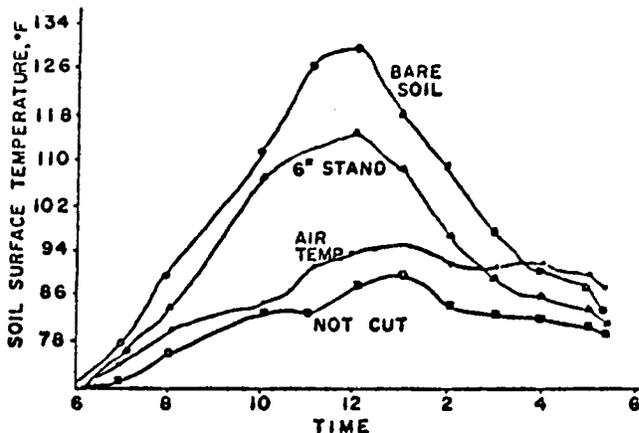
bzw. der Aufwuchsentfernung auf die Temperatur der Erdoberfläche bei süd- und nördlich gerichteten Böschungen, die mit *Festuca arundinacea* bewachsen waren.

Diese Böschungen hatten einen Deckungsgrad von ca. 80%; der Pflanzenaufwuchs war bei der Messung am 5. Mai 45 cm hoch. Schneiden bis auf 7,5 cm Höhe bewirkte, daß die Temperatur bis zum Temperaturniveau des unbewachsenen Bodens anstieg. Dieser Einfluß auf die Bodentemperatur nach dem Mähens sollte Veranlassung sein, über den Sinn des Mähens von Gras auf südlich gerichteten Böschungen nachzudenken.

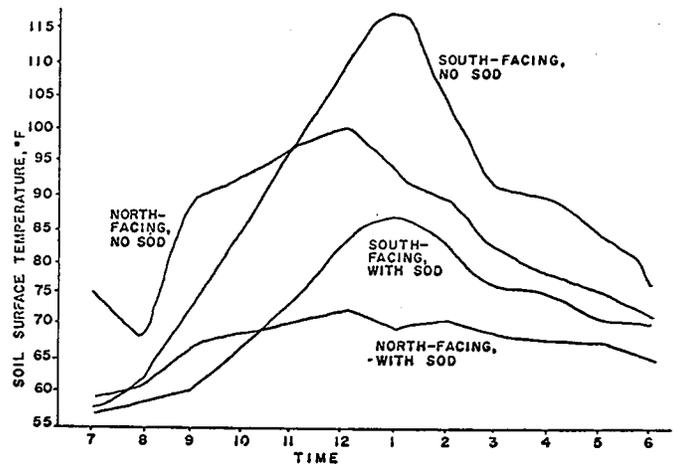
Die Wirkung der Schnitthöhe bei Schnitt unter bewölkten Witterungsbedingungen geht aus den Darstellungen 9 und 10 hervor.

Das Resultat entstammt demselben Standort wie in Darstellung 8, es wurde allerdings einen Monat später ermittelt. Die Darstellungen lassen gleichzeitig die Unterschiede im Effekt des Mähens an sonnigen und an bedeckten Tagen erkennen. Die Schnittwirkung ist auf Böschungen weniger groß, wenn der Himmel bewölkt ist.

Aus Darstellung 11 ersieht man die Variation der Temperatur im Tagesverlauf, gemessen auf Böschungen mit und ohne Vegetation. Danach hat die Vegetation am Morgen und Abend nur einen geringen Einfluß auf die Temperatur; sie reduziert die Temperatur aber am Mittag um 16 bis 22°. Dieses Ergeb-



Darst. 10: Der Einfluß der Schnitthöhe auf die Temperatur der Erdoberfläche auf südöstlich gerichteten Böschungen am 2. Juli 1964 (McKee et al, 1965)



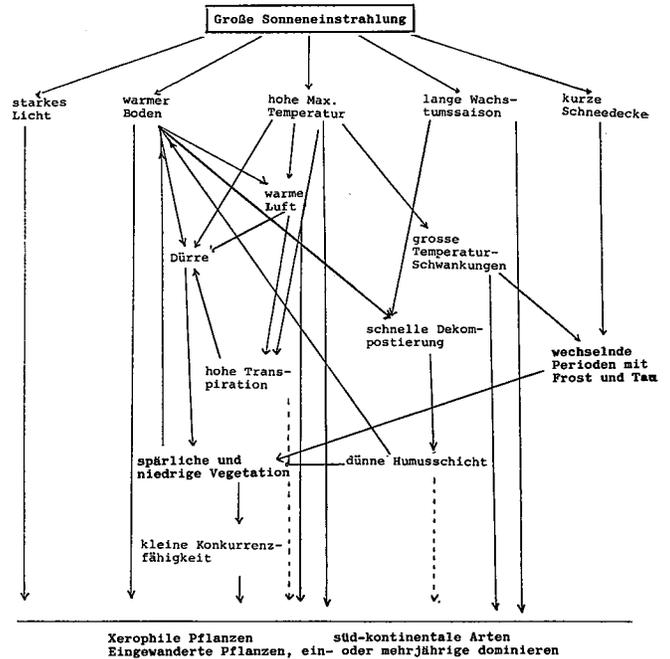
Darst. 11: Der Einfluß der Vegetation und der Neigungsrichtung auf die Temperatur der Erdoberfläche, 5. Mai 1964 (McKee et al, 1965)

nis steht in Übereinstimmung mit den Unterschieden, die BÖCHER (1946) in seinen Messungen feststellte.

Die hohe Temperatur von etwa 50° C, die oft auf unbewachsenen Böschungen gefunden wird, hemmt die Keimung vieler Pflanzen, besonders dann, wenn die Temperatur über mehrere Stunden andauert. Die nördlich gerichtete Böschung ist kühler und hat gegenüber südlich gerichteten Böschungen deshalb u. a. bedeutend bessere Keimbedingungen.

Aufgrund der obengenannten Daten muß Klarheit darüber bestehen, daß bei der Etablierung einer Vegetation sowohl auf Pflanzenauswahl als auch auf eventuelles Deckungsmaterial sowie auf Aussaatzeitpunkt und Düngung besondere Rücksicht genommen werden muß.

Darstellung 12 zeigt schließlich hierzu noch den vielseitigen Einfluß, den die Sonneneinstrahlung auf die ökologischen Verhältnisse einer südlich gerichteten Böschung ausübt.



Darst. 12: Die ökologischen Verhältnisse auf südlich gerichteten Böschungen und deren Abhängigkeit von biologischen Faktoren.

Zusammenfassung

Die klimatischen Faktoren beeinflussen die ökologischen Verhältnisse auf Böschungen je nach Exposition und Neigung beträchtlich.

Am Beispiel verschiedener Böschungsrichtungen werden insbesondere die Wirkungen der Lichtintensität und die Temperaturverhältnisse dargestellt sowie Rückschlüsse auf Samenkeimung und Pflanzenentwicklung gezogen.

Der komplexe Einfluß einer hohen Sonneneinstrahlung auf Temperatur, Feuchtigkeit, Transpiration, Stoffaufbau und Stoffumsatz wird am Beispiel einer südlich exponierten Böschung abschließend in einem Wirkungsschema dargestellt.

Vegetationsbeeinflussende Faktoren auf Böschungen, Banketten und anderen Extensivflächen

III. Biotische Faktoren

M. Petersen, Odense/Dänemark

1. Pflanzenarten, Sorten oder Genotypen und deren Abhängigkeit von Boden und Klimaverhältnissen

Da die Wachstumsverhältnisse auf Böschungsflächen bekanntlich schlecht sind, muß die Pflanzenauswahl, um eine schnelle Etablierung und Sicherung der Böschungen zu erreichen, dieser Schwierigkeit Rechnung tragen. Dies gilt übrigens nicht nur für Böschungen, sondern auch für andere Flächen, wo ungünstige Wachstumsbedingungen herrschen. Hier sei besonders an Strandflächen, Dünenflächen und ähnliche Situationen gedacht.

Untersuchungen auf dänischen Böschungen und Banketten, die mit Gras angesät waren, zeigen, daß die vorhandene Flora nach 20 bis 30 Jahren nur etwa zu 50 % aus Gras besteht. Die Grasarten waren auf ganz wenige reduziert, während sich die übrige Flora aus rd. 250 verschiedenen Arten zusammensetzt. Von ihnen besitzen nur einzelne Arten eine klare Dominanz. Auf Böschungen wurden 195 Arten festgestellt, auf Banketten 221; auf südlich gerichteten Böschungen beträgt die Artenzahl 154, auf nördlich gerichteten Flächen dagegen 163.

Von den gefundenen Gräsern sind Rotschwingel und *Agrostis* klar dominierend.

Die untersuchten Böschungen und Bankette sind Bestandteile von Straßen, die zu einer Zeit gebaut wurden, als das Straßengras noch ein wirtschaftlicher Faktor war. Diese Böschungen und Bankette sind wahrscheinlich mit einer Samenmischung folgender Gräser angesät worden:

Dactylis glomerata
Lolium perenne
Phleum nodosum
Festuca duriuscula
Poa pratensis
Agrostis Spec.
Festuca pratensis.

Den Flächen ist danach sicher auch Düngung zugeführt worden. Auch muß man annehmen, daß die Böschungen und Bankette mit Mutterboden angedeckt wurden, bevor die Aussaat stattfand. Weiterhin ist anzunehmen, daß diese Flächen in den letzten Jahren keine Düngung mehr erhalten haben.

Von den angesäten Gräsern hält *Agrostis* am besten stand, da es mit ca. 9 % auf Banketten und mit ca. 12 % auf Böschungen gefunden wurde. Der Knautgrasanteil beträgt sowohl auf Banketten als auch auf Böschungen 5 bis 6 %, während Deutsches Weidelgras noch mit ca. 4 % auf Banketten, aber fast nicht mehr auf Böschungen vorkommt. Die Lieschgrasarten treten auf den untersuchten Flächen mit etwa 1 % auf, dagegen nimmt Wiesenrispe auf Banketten 1,7 % und auf Böschungen 1,4 % des Bestandes ein. Alle diese Zahlen geben Deckungsprozente wieder.

Das dominierende Gras ist Rotschwingel, das auf Banketten einen Deckungsgrad von 17 % und auf Böschungen von 16 % besitzt. Da Rotschwingel wahrscheinlich nicht in der Samen-

mischung enthalten war, muß er sich selbst durch Einwanderung etabliert haben oder er war dem Saatgut vielleicht anstelle des Harten Schwingels beigemischt worden, der auf Banketten und Böschungen gefunden wird.

Auf einer bestimmten Fläche, die ganz nahe an einem Fahrdamm liegt, befindet sich als einziges Gras *Poa annua*, das auf den übrigen Flächen ohne jede Bedeutung ist.

Von den zweikeimblättrigen Pflanzen kommt *Achillea millefolium* in einem beträchtlichen Umfang vor, und zwar mit ca. 17 % auf Banketten und ca. 11 % auf Böschungen. *Taraxacum sp.* wurden mit ca. 9 % auf Banketten und ca. 3 % auf Böschungen gefunden, *Plantago lanceolata* mit ca. 7 % auf Banketten und mit ca. 4 % auf Böschungen. Alle anderen Dicotylen haben eine geringere quantitative Verbreitung.

Die obengenannten Zahlen gelten für Dänemark im ganzen. Betrachtet man jedoch die einzelnen Provinzen für sich, dann ergeben sich interessante Abweichungen insofern, als *Agrostis* in Westjütland 13,3 % Deckungsanteil gegenüber 1,1 % auf den Inseln besitzt; *Arrhenatherum elatius* umfaßt 6,1 % auf den Inseln, aber nur ca. 1 % in Westjütland; Knautgras kommt zu 5,8 % auf den Inseln, aber nur zu 1,8 % in Westjütland vor und auf *Taraxacum* entfallen 7,2 % auf den Inseln, aber nur 2,5 % in Westjütland.

Bezüglich *Taraxacum* ist die Beobachtung interessant, daß diese dikotyle Art auf der Böschung mit hohem Gras nicht zu wachsen vermag, sondern nur bei kurzem Schnitt auf den Banketten gedeiht. Für die dominierenden Pflanzen ist dagegen die Tatsache charakteristisch, daß sie über die Möglichkeit der vegetativen Vermehrung verfügen.

Die obengenannten umfangreichen Bestandsanalysen geben zusammen mit anderen zahlreichen Untersuchungen (BÖCHER, 1945; BÖCHER, 1946a; BÖCHER et al., 1946b; FREDSKILD, 1954; GRØNTVED, 1968a; GRØNTVED, 1968b; NIEMI, 1969; SUOMINEN, 1969) an Böschungen und auf Horizontalflächen unter z. T. extensivsten Verhältnissen, wie sie in Dänemark und Finnland durchgeführt wurden sowie mit Arten- und Sortenversuchen (PETERSEN, 1972) und modellmäßigen Experimenten (CARROLL, 1943) sichere Hinweise dafür, welche Pflanzenarten am leichtesten auf den relevanten Flächen etabliert werden können. Hierbei muß es sich in erster Linie um spezifische Grasarten und deren Sorten handeln.

Aus den bisherigen Ausführungen geht hervor, daß es besonders die Temperatur- und Wasserverhältnisse sind, die eine Pflanzenetablierung erschweren. Der Temperatureffekt wirkt sowohl auf Blätter als auch auf Wurzeln ein. Alle Pflanzen haben drei kardinale Temperaturpunkte:

- 1) die **niedrigste effektive Temperatur**, d. h. die Temperatur, bei der ein aktives Wachstum stattfindet;
- 2) die **Optimaltemperatur**, das ist die Temperatur, bei der das Wachstum am aktivsten ist;
- 3) die **Maximaltemperatur**, d. h. die höchste Temperatur, die ein Wachstum noch ermöglicht.

Weitere Kardinaltemperaturen sind die maximale und die minimale Überlebens-temperatur. Diese beiden Temperaturen sind mit dem Faktor Zeit verbunden.

Ein bestimmtes Gras kann nämlich durchaus extrem hohe oder extrem niedrige Temperaturen überstehen, aber nur kurzfristig, d. h. für Minuten, nicht aber für Stunden. Diese Kardinaltemperaturen können leider nicht genau festgestellt werden, da es viele veränderliche Faktoren gibt, die auf sie Einfluß nehmen, z. B. die relative Feuchtigkeit, das Alter der Pflanzen, der Zeitpunkt des Tages und der Ernährungszustand der Pflanzen.

In einem Versuch (CARROLL, 1943), in dem man den Boden 4 Stunden lang bis auf 50° C bei 2 Stickstoffmengen erwärmte, fand man bei den nachstehenden Gräsern folgende Überlebensrate:

Summary

Depending on the exposition and the angle of inclination, the ecological conditions of slopes are considerably influenced by the climate.

Slopes of different locations were taken as an example to demonstrate in particular the effects of the intensity of light and of the temperature. Conclusions are drawn regarding seed germination and plant development.

The complex influence of intensive sun radiation on temperature, humidity, transpiration, textural development and metabolism is finally demonstrated in a diagram. A slope, exposed towards the South, served as an example.

	Niedrige N-Menge	Hohe N-Menge
<i>Festuca rubra commutata</i>	65	10
<i>Poa trivialis</i>	60	20
<i>Poa annua</i>	60	55
<i>Festuca rubra rubra</i>	45	7
<i>Poa compressa</i>	40	20
<i>Agrostis tenuis</i>	40	7
<i>Agrostis stolonifera</i>	40	5
<i>Poa pratensis</i>	25	40
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	20	1
<i>Poa nemoralis</i>	15	1
<i>Agrostis Süddtsch.</i>	15	5
<i>Cynosurus cristatus</i>	15	5
<i>Agrostis tenuis</i>	3	2
<i>Agrostis canina</i>	70	15

Daraus geht deutlich hervor, daß die Pflanzen die niedrigste Überlebensfähigkeit bei hohem Stickstoffniveau haben, das mit einem niedrigen Kohlenhydratgehalt verbunden ist. Aus den Zahlen ersieht man ferner einen Unterschied in der Überlebensfähigkeit zwischen zwei Sorten der Art *Agrostis tenuis*. Hohe Temperatur führt in Verbindung mit niedriger Bodenfeuchtigkeit zu den größten Trockenschäden.

Dieselben Arten und Sorten waren auch in einen Trockenheitsversuch einbezogen, in dem die Pflanzen 3 Wochen hindurch bei einer konstanten Bodenfeuchtigkeit von 3% gehalten wurden. Der Welkepunkt des betreffenden Bodens lag bei 7,7% Bodenfeuchtigkeit; die Bodentemperatur betrug 35°C. Die Überlebensrate der Gräser bei den im Versuch aufgewendeten beiden Stickstoffmengen war:

	Niedrige N-Menge	Hohe N-Menge
<i>Poa pratensis</i>	80	50
<i>Festuca rubra commutata</i>	75	35
<i>Agrostis tenuis</i>	75	40
<i>Agrostis canina</i>	70	40
<i>Festuca rubra rubra</i>	65	45
<i>Agrostis Süddtsch.</i>	60	40
<i>Agrostis stolonifera</i>	55	50
<i>Poa compressa</i>	50	35
<i>Poa annua</i>	50	35
<i>Lolium perenne</i>	50	—
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	45	30
<i>Poa trivialis</i>	40	35
<i>Poa nemoralis</i>	35	15
<i>Cynosurus cristatus</i>	20	20

Man sieht auch hier, daß das höchste Stickstoffniveau (niedriger Kohlenhydratgehalt) die geringste Überlebensfähigkeit bewirkt. Die Arten mit der größten Überlebensfähigkeit in beiden Versuchen sind die Arten, die auf trockenen und warmen Böschungen vorkommen, mit Ausnahme von *Poa pratensis*, das nicht auf humusarmen Böden gedeiht.

Aus den referierten Versuchen ist ersichtlich, daß sich eine hohe Temperatur nachteiliger als Wassermangel auswirkt. Dies ist auf den Einfluß der Temperatur auf Wurzelwachstum, Blattwachstum und Kohlenhydratstoffwechsel zurückzuführen. Hohe Bodentemperaturen hemmen die Bildung neuer Graswurzeln, gleichzeitig steigt die Wurzelrespiration und die biologische Aktivität, woraus ein höherer Gehalt an CO₂ im Boden resultiert. Wenn man die Graswurzeln untersucht, findet man bei 15°C weiße, sukkulente Wurzeln, während sie bei 35°C klein, dünn und hellbraun sind. Hohe Temperatur reduziert ferner die Bildung neuer Blattsprosse, was eine Verringerung von Photosynthese und Kohlenhydrateinlagerung nach sich zieht. Die Temperatur hat ferner einen direkten physiologischen Effekt durch Steigerung des Kohlenhydratstoffwechsels, zugleich gibt es einen besonders wichtigen indirekten Effekt durch Wasserverbrauch. Mit steigender Temperatur steigt sowohl die Transpiration als auch die Evaporation an.

Keimen und Jungpflanzenwachstum sind mit der Bodentemperatur eng verbunden, aber die Temperaturanforderungen

hängen von den Pflanzenarten ab. Auch innerhalb der Gräser finden sich Unterschiede im Temperaturanspruch. Wiesen-schwengel hat nach der Keimung ein Temperaturoptimum von 29 bis 38°C. Diese Temperatur hemmt indessen bereits das Wachstum anderer Gräser. Das Temperaturoptimum der meisten Gräser liegt zwischen 13 und 29°C. Die höchste Keimfähigkeit wird bei *Festuca rubra*, *Festuca arundinacea*, *Agrostis* und *Poa pratensis* bei ca. 21°C erreicht; sie vergrößert sich bei Wechseltemperatur von 10 bis 30°C. *Phleum pratense* und *Festuca pratensis* stellen dagegen keine Anforderungen an eine Variation der Temperatur.

Neugeerntetes Saatgut und älteres, gelagertes Saatgut weichen in ihren Anforderungen an die Optimumtemperatur voneinander ab. Neugeerntetes Saatgut hat unmittelbar nach der Ernte eine Samenruhe von unterschiedlicher Länge. Hiernach keimt neugeernteter Rotschwengel am besten bei einer Temperatur von ungefähr 10°C, während älteres, überlagertes Rotschwengelsaatgut den optimalen Keimvorgang bei 21°C hat. Auch das etablierte Gras zeigt Unterschiede in der Optimumtemperatur. *Lolium perenne* hat eine optimale Wachstumstemperatur (Luft) bei 15 bis 20°C, steigt die Temperatur auf ca. 30°C an, dann hört das Wachstum auf.

Hinsichtlich der Frosttoleranz bestehen von Grasart zu Grasart ebenfalls Unterschiede. Am größten ist die Frosttoleranz bei *Phleum*, *Poa pratensis*, *Agrostis* und *Festuca rubra* sowie *Festuca arundinacea*, am geringsten bei *Lolium multiflorum* und *Lolium perenne*. Es bestehen aber große Unterschiede in der Frosttoleranz zwischen den Sorten innerhalb der einzelnen Arten.

Das Blattwachstum der Gräser hört normalerweise auf, wenn die Temperatur unter 6 bis 7°C absinkt, das Wachstum der Wurzel setzt sich dagegen bis nahe dem Gefrierpunkt fort. Das Saatgut der verschiedenen Grasarten stellt auch an die Feuchtigkeit bei der Keimung verschiedene Anforderungen. Viele Grasarten vermögen auf einer nassen Oberfläche zu keimen. Allerdings bestehen zwischen verschiedenen Arten Unterschiede in bezug auf die Schnelligkeit der Wasseraufnahme und die aufgenommene Wassermenge beim Keimen. Die totale Wasseraufnahme bei der Keimung liegt bei 30 bis 50%.

Mit dem Beginn der Keimung setzten eine Reihe biochemischer Prozesse sowohl im Keimling als auch im Endosperm ein. Zu einem bestimmten Zeitpunkt nach der Wasseraufnahme beginnt der Keimling kleine Mengen an Gibberelinsäure zu bilden, die in die Aleuronzellen diffundieren und die Bildung von Amylaseenzymen induzieren. Diese Enzyme dringen in das Endosperm ein und spalten die Stärke zu anderen Kohlenhydraten, die als Energie für die Entwicklung des Keimlings benutzt werden. Falls dieser Prozeß infolge Vertrocknens aufhört, stirbt der Samen ab und ist damit nicht mehr zu einer Weiterentwicklung fähig, wenn die Feuchtigkeitsverhältnisse wieder optimal sind.

Bei der Zusammensetzung einer Ansaatmischung, die den sehr schwierigen Wachstumsbedingungen, die oft auf Extensivflächen herrschen, Rechnung tragen soll, müssen folglich die experimentellen Befunde Berücksichtigung finden. Diese sind wiederum mit den Verhältnissen in Einklang zu bringen, die auf Böschungen oder auf anderen ähnlichen Flächen herrschen, wo eine Pflanzenetablierung stattfinden soll.

Gräser

Diesbezüglich können wir feststellen, daß *Festuca rubra rubra* zu den allerbesten Gräsern der Begrünung von Extensivflächen gehört. GRONTVED (1968a) fand auch, daß *Festuca rubra rubra* zu den Pionierpflanzen unter den Gräsern zählt, die in Sandgruben eindringen. *Festuca rubra* verträgt außer starker Sonne und Wärme auch ziemlich viel Schatten und gedeiht sehr gut auf Sandböden, da dieses Gras nur geringe Ansprüche an Wasser und Düngung stellt.

Festuca rubra commutata bildet keine oder nur ganz kurze Ausläufer. Dieses Gras stellt noch geringere Anforderungen an Düngung und Wasser als *Festuca rubra rubra*, es ist sehr tolerant gegenüber Schatteneinfluß und verfügt über eine gute Frost- und Wärmetoleranz. Eine Unterart, *Festuca rubra litoralis*, ist zugleich sehr salztolerant.

Bei *Festuca ovina* und *Festuca duriuscula* handelt es sich um Gräser, die auf dem Oberteil der Böschung zu finden sind, wo es sehr trocken und heiß ist. Sie stellen nur sehr geringe Ansprüche an die Wachstumsbedingungen. Ihre Blätter sind sehr schmal und zusammengeroilt und verfügen dadurch über eine große Toleranz gegen Trockenheit.

Alle genannten *Festuca*-Arten gehören zu den Gräsern, die auch das längste Wurzelnetz ausbilden.

Agrostis tenuis und **Agrostis stolonifera** sind Grasarten mit unterirdischen bzw. oberirdischen Ausläufern. Sie stellen nur geringe Anforderungen an den Boden, gedeihen aber am besten auf feuchten Standorten. Auf Böschungen überleben sie wegen der Fähigkeit, das Wachsen während der wärmsten und trockensten Zeit des Sommers einzustellen. Wenn nach einer Trockenperiode Regen kommt, leben sie schnell wieder auf und entwickeln sich weiter. **Agrostis stolonifera** ist sehr salztolerant und **Poa pratensis** ist ein Gras, das nur auf den kühlen und feuchteren nördlich gerichteten Böschungen und Banketten eine Berechtigung hat, wo der Boden mindestens 3 % Humus enthält.

Von obigen Arten sind Zuchtsorten und übliches Handelssaatgut erhältlich.

Auf trockenen Böschungen, vorzugsweise auf der Böschungskrone, von etwas lehmhaltigen Böden „finden wir **Poa compressa**, ein Gras, das in Amerika oft verwendet wird. Dieses Gras sollte man eigentlich auch hierzulande zur Begrünung von Böschungen heranziehen. **Poa compressa** wird oft in Dänemark angebaut und ist infolgedessen als Handelssaatgut erhältlich.

Auf sehr trockenen, warmen Böschungen kommen außerdem **Phleum phleoides**, **Brachypodium pinatum**, **Corynephorus canescens**, **Nardus stricta**, **Anthoxanthum odoratum** und **Alopecurus pratensis** vor. Da diese Arten indessen nicht angebaut werden, sind sie ohne bzw. nur von theoretischem Interesse.

Puccinellia distans ist ein am Strand stark verbreitetes Gras mit großer Salztoleranz. Es ist deshalb oft in Samenmischungen für Strandvegetationen enthalten.

Festuca arundinacea wird in Dänemark nur ganz wenig verwendet, obwohl es eines der allerbesten Gräser für extreme Extensivflächen ist. Dieses Gras hat ein sehr tiefes Wurzelnetz, es etabliert sich schnell, ist aber nicht niedrigwachsend. Für Sandvegetationen wäre **Festuca arundinacea** vielleicht das allerbeste Gras; es ist normal im Handel erhältlich.

Agropyron repens, das gewöhnlich als ein gefürchtetes Unkraut gilt, ist ein ausgezeichnetes Gras für Strandflächen. Es etabliert sich selbst in lockerem Sand gut und gehört zu den ersten Gräsern, die in einer beginnenden Strandvegetation auftreten. Der große Nachteil von **Agropyron repens** ist jedoch sein Unkrautcharakter sowie die Schwierigkeit, Saatgut mit einer einigermaßen guten Keimfähigkeit zu gewinnen.

Poa annua tritt an Fahrdämmen auf, spielt sonst aber keine weitere Rolle.

Für Dünenflächen ist **Ammophila arenaria** das am besten geeignete Gras. Es ist allerdings in Betracht zu ziehen, daß **Ammophila arenaria** nur wächst, wenn der Sand in Bewegung ist. Kommt der Sand zum Stillstand, so stirbt **Ammophila arenaria** ab. Dann muß **Festuca arundinacea** an dessen Stelle etabliert werden.

Unter Berücksichtigung aller erwähnten Gesichtspunkte und Probleme sowie umfassender Außenversuche (PETERSEN, 1972) ergibt sich für die Aussaat auf Böschungen folgende Empfehlung einer Ansaatmischung:

35 % *Festuca rubra rubra*
 25 % *Festuca rubra commutata*
 20 % *Festuca ovina/duriuscula*
 10 % *Agrostis tenuis/stolonifera*
 10 % *Poa pratensis*

Für Bankette und für angrenzende Flächen an Rollbahnen von Flugplätzen sowie für andere Flächen, die in besonderem Maße Salzschäden ausgesetzt sind, kann folgende Mischung empfohlen werden:

80 % *Festuca rubra litoralis*
 20 % *Agrostis stolonifera*

Diese Grasmischung ist nicht nur sehr niedrigwachsend, sondern auch besonders salztolerant, sie bildet ferner eine dichte Narbe und etabliert sich relativ schnell. Unter Umständen kann hierzu **Poa annua** beigegeben werden.

Für Strandflächen, für eingedämmte Flächen, aufgespülten Sandboden und ähnliche Situationen erscheint folgende Mischung empfehlenswert:

Festuca arundinacea
Agrostis stolonifera
Puccinellia distans
Festuca rubra litoralis
Agropyron repens – sowie
 eventuell Roggen als Deckfrucht.

Diese Samenmischung ist sehr tolerant gegenüber Trockenheit und Salzeinwirkung, aber nicht niedrigwachsend. Ferner muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß keimfähiges Saatgut von **Agropyron repens** mitunter Mangelware ist. Die meisten Saatgutfirmen führen **Agropyron repens**, aber selten ganz rein, vielmehr vermischt mit Rotschwengel, Weidelgras und anderen Gräsern.



Abb. 1:
 Komponente einer salztoleranten Samenmischung für Seedeiche

Da die Wachstumsverhältnisse auf den erwähnten Flächen spezifisch sind, ist es verständlich, daß die für Vegetationen auf Böschungen verwendeten Gräser von einem ganz speziellen Typ sein müssen. In einer früheren Untersuchung wurde bereits auf Unterschiede aufmerksam gemacht, die sowohl zwischen den Grasarten als auch zwischen den Sorten innerhalb der einzelnen Arten bestehen (PETERSEN, 1972). Es ist unlogisch sich vorzustellen, daß man für Grasetablierung auf Extensivflächen Futtergräser verwenden kann, auch wenn anerkannte Sorten von Rotschwengel und Wiesenrispe mit großem Grünmasseertrag dazu herangezogen werden. Man darf nämlich nicht vergessen, daß Futtergräser dazu gezüchtet sind, einen hohen Grünmasseertrag zu ergeben.

Die Futtergräser sind zum Wachsen auf Ackerboden gezüchtet. Aus den oben angeführten Untersuchungen ergibt sich, daß die Futtergräser nicht ausdauernd sind. Ein billiger Saatgutpreis fördert keine Grasetablierung. Was man am Anfang gewinnt, muß später teuer bezahlt werden.

Leguminosen

Von vielen Seiten besteht ein ausdrücklicher Wunsch, Leguminosen zur Ansaat auf Böschungen zu verwenden. Vieles spricht für, manches gegen eine solche Maßnahme.

Die Leguminosen versorgen sich zwar selbst mit Stickstoff, werden aber von den verschiedenen Wachstumsbedingungen, die auf Böschungflächen herrschen, leichter beeinflusst. Sie sind auch schwieriger zu etablieren und zu erhalten, zumal sie stärker von Krankheiten angegriffen werden. Ferner gibt es bei der Hydrosaat Schwierigkeiten, Leguminosen zusammen mit Gras auszusäen, da die Leguminosen schlecht den Stickstoff ertragen, der normalerweise zusammen mit dem Grasaatgut ausgebracht wird.

Folgende Arten sind auf trockenen Böschungen verbreitet:

Anthyllis vulneraria ist sehr tolerant gegen Trockenheit und wird freiwachsend auf Böschungen mit trockenen und warmen Verhältnissen angetroffen.

Lotus corniculatus besitzt ebenfalls eine gute Trockenheitstoleranz und bevorzugt warme, trockene Böschungen sowie leichtere Böden. Nach amerikanischen Untersuchungen wächst **Lotus corniculatus** nicht gern mit anderen Leguminosen zusammen.

Vicia villosa findet man oft auf dem oberen Teil trockener Böschungen. **Lupinus polyphyllus** ist eine mehrjährige Lupinenart, die auf Böschungen gut gedeiht. Diese Art ist außerordentlich formenreich, da die Blütenfarbe von blau über rot bis weiß variiert. **Lupinus polyphyllus** hat eine kräftige Pfahlwurzel, die besonders bei älteren Pflanzen sehr kräftig werden kann und zur Bildung mehrerer Stengel beiträgt. Die Samen sind kleiner als bei den anderen Lupinenarten. Nach Keimung entwickelt sich **Lupinus polyphyllus** im Vergleich zu den anderen Arten aber schneller. Diese Lupine ist ausdauernd und recht winterhart. Sie hat eine sehr große Verbreitungskapazität und sollte deshalb mit Vorsicht verwendet werden.

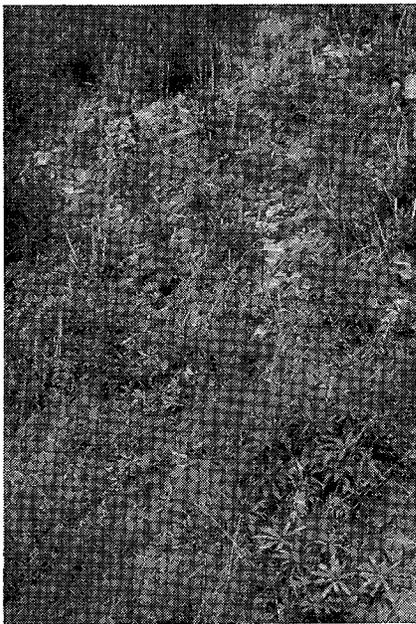


Abb. 2: Böschung mit gutem Bestand von *Lupinus polyphyllus*

Coronilla varia ist eine in Amerika bevorzugt verwendete Leguminose. Ihre Etablierung verläuft oft sehr langsam, teils wegen einer langsamen Entwicklung der Keimpflanzen, teils aber auch wegen vieler harter Samenkörner im Saatgut. Deshalb ist man teilweise zum Auspflanzen übergegangen, wobei 9 bis 10 Pflanzen pro m² verwendet werden.

Die Etablierung von Leguminosen kann oft Schwierigkeiten bereiten, wenn die entsprechenden Bakterienkulturen fehlen. Dies gilt besonders für *Coronilla varia*.

Mischungen mit Leguminosen gelingen am besten unter Langtageinfluß, d. h. in Perioden mit mindestens 18 Stunden Licht am Tag, möglichst verbunden mit kühlen Nächten.

Verwendung von Ammenpflanzen

Da große Sonneneinstrahlung und in Verbindung damit hohe Temperatur oft ein wesentliches Hindernis für die Pflanzenetablierung auf Böschungen darstellt, kann eine Deckkultur oder die Einbeziehung von Ammenpflanzen in Betracht kommen. Ammenpflanzen haben einen mäßigenden Einfluß auf Bodentemperatur und Sonneneinstrahlung.

Sie reduzieren außerdem die Wärmeausstrahlung während der Nacht. Die ausgleichende Wirkung auf die Temperatur führt gleichzeitig zu einer Verringerung durch die Erdoberfläche infolge geringerer Trans-Evaporation.

Die Auswahl der Ammenpflanzen und die Festlegung der Aussaatmenge muß indessen mit großer Überlegung erfolgen. Arten mit aggressiven Keimpflanzen dürfen nicht oder nur in sehr bescheidenen Mengen verwendet werden, da sie diejenigen Gräser unterdrücken, die man zu bewahren wünscht. Unmittelbar nach dem Keimen ist die Konkurrenz hinsichtlich

Licht, Wasser und Nährstoffen besonders groß. Deshalb wird dort schnell eine dynamische Pflanzengesellschaft entstehen, wo die aggressiven Gräser Übergewicht erlangen und die niedrigwachsenden Gräser auskonkurrieren, die die ausdauernde Vegetation bilden sollen.

Als Ammenpflanzen werden oft *Lolium multiflorum*, *Lolium westerwoldicum*, *Secale cereale* oder eventuell *Brassica napus oleifera* und *Sinapis alba* verwendet.

Die Größe der Samenkörner hat gewöhnlich keinen Einfluß auf die Keimschnelligkeit, wohl aber auf die Wachstumsrate nach der Keimung. Daraus folgt, daß das Gewicht der Keimpflanzen unter den Grasarten variiert, was auch aus folgenden Zahlen hervorgeht, die das relative Gewicht der Keimpflanzen verschiedener Pflanzenarten angeben:

<i>Festuca arundinacea</i>	100
<i>Lolium perenne</i>	279
<i>Lolium multiflorum</i>	497
<i>Festuca rubra</i>	47
<i>Agrostis</i> sp.	27
<i>Poa pratensis</i>	20

Wo man *Lolium multiflorum* oder *Lolium westerwoldicum* als Ammenpflanzen heranzieht, soll die Aussaatmenge 10 bis 15 kg pro Hektar nicht übersteigen.

Raps (*Brassica*) und Senf (*Sinapis*) gelingen am besten auf Mutterboden. Sie sind für solche Flächen zu bevorzugen, wo die Gefahr der Bodenerosion besteht.

2. Keimung und Etablierung der die Grasansaat beeinflussende Faktoren

Da die Samenkeimung von Feuchtigkeit und Temperatur abhängt, erscheinen Manipulationen, die diese Faktoren zu verbessern vermögen, wünschenswert. Auf Böschungen, wo hohe Temperatur ein Problem ist, kann eine Pflanzenetablierung Schwierigkeiten bereiten.

Bisher war die Verwendung von Mutterboden üblich. Auf Mutterboden verläuft die Etablierung von Pflanzen gewöhnlich schneller als auf Rohboden. Nichtsdestoweniger hat die Zufuhr von Mutterboden mehrere Nachteile. So wird es nie einen gleichmäßigen Übergang von angedecktem Mutterboden und Böschung geben. Dies kann bewirken, daß die Muttererde bei Regenwetter von der Böschung abrutscht. Der Grund dafür ist, daß das Wasser nicht in den Rohboden eindringt, sondern zwischen der Unterfläche der Muttererde und der Oberfläche des Rohbodens staut. Wenn die Wassermenge dann zu groß wird, rutscht der Mutterboden ab.

Ein anderer wesentlicher Faktor ist der große Vorrat des Mutterbodens an Unkrautsamen (JENSEN, 1967). Er beträgt oft 50 000 lebensfähige Samen pro m². Die heutige Unkrautflora wird aber in erster Linie durch 25 bis 30 verschiedene Arten repräsentiert, von denen der größte Teil sommerannuell ist. Damit ist die Pflanzendecke während Herbst und Winter also schwächer als im Sommer. In Dänemark fällt die größte Regenmenge jedoch im Laufe des Herbstes. Aus all diesen Grün-



Abb. 3: Ammenpflanzen gleichzeitig mit kleinsamiger Grassamenmischung ausgesät



Abb. 4: Die Ammenpflanzen sind deutlich kräftiger entwickelt als die verbleibenden Pflanzen

den muß man die Zufuhr von Mutterboden mit großer Skepsis betrachten.

Deshalb ist man in den letzten Jahren auch weitgehend davon abgegangen, Mutterboden zu verwenden. Stattdessen werden jetzt verschiedene Emulsionen eingesetzt, die teils als Bindemittel den Samen daran hindern sollen, weggeblasen oder vom Regenwasser weggeschwemmt zu werden und teils als „Teppich“ fungieren, vor allem, um die Wasserverdunstung auf der Böschung zu verringern. Eine Schicht aus Stroh wirkt indessen besser und kann dort empfohlen werden, wo man eine rasche Begrünung wünscht. Der Einfluß verschiedener Schichten geht aus folgenden Zahlen hervor:

	Temperatur ° C			Tägliche Variation	Wassergehalt i. % *)
	Mittel	Maximum	Minimum		
Haferstroh	28,3	33,3	24,4	8,9	16
Latex	31,7	51,7	20,6	31,1	4
ohne Deckschicht	31,1	48,9	20,6	28,3	5
Lufttemperatur	24,1	31,1	7,3		

*) Wassergehalt in den obersten 2,5 cm, 11 Tage nach Wassersättigung

Das allerwichtigste bei der Grasetablierung ist, einen Aussaattermin zu finden, der sowohl für die betreffende Fläche als auch für die zu verwendende Samenmischung geeignet ist. Falls das Saatgut zu einem ungünstigen Zeitpunkt ausgesät wird, vermag kein Bindemittel die Vegetation zu fördern.

3. Erhaltung der Vegetation

Es muß davon ausgegangen werden, daß auch die Flächen mit Mutterboden nur eine begrenzte Fertilität besitzen. Deshalb erfordert die Begrünung extremer Flächen zu einem bestimmten Zeitpunkt nach der Keimung der Gräser gewisse Erhaltungsmaßnahmen, deren Zweck es sein muß, die gewünschte Vegetation sowohl direkt durch Düngung als indirekt durch Unkrautbekämpfung zu fördern. Eine Erhaltungsdüngung muß sich jedoch nach der Entwicklung der Gräser und den Temperaturverhältnissen auf der Fläche richten.

Die etablierten Gräser haben einen natürlichen Wachstumsrhythmus der Blätter und Wurzeln. Blätter und Wurzeln sind von begrenzter Lebensdauer. Die Lebensdauer der Graswurzeln ist von der Jahreszeit der Wurzelbildung abhängig. Graswurzeln, die im September/Oktober gebildet werden, leben am längsten, während die im April gebildeten Wurzeln die kürzeste Lebensdauer besitzen. Wurzelbildung und Wachstum sind von der physiologischen Entwicklung der Pflanze und dem ökologischen Bereich, zu dem die Pflanzen gehören, abhängig.

Die Lebensdauer der Blätter steht zur Jahreszeit der Anlage der Blattknospen in Beziehung. Blattknospen, die während des Frühlings inseriert werden, sind von größter Lebensdauer. Ferner ist die Blattbildung stark von der Temperatur abhängig. Bei 10° C wird im Mittel an jedem 11. Tag ein neues Blatt gebildet, bei 25° C sogar an jedem 5. Tag. Allerdings sind die während der kühlen Zeit gebildeten Blätter ca. 60 Tage photosynthetisch aktiv, während zur warmen Zeit gebildete Blätter nur 30 Tage zur Photosynthese beitragen. Falls Futtergräser mit hohem Stengelanteil verwendet werden, ist damit zu rechnen, daß sowohl Wurzelwachstum als auch Blattwuchs mit Stengelbildung und Ährenschieben aufhören. Das bedeutet, daß Futtergräser einen geringeren Erosionsschutz bewirken.

Ferner wurde festgestellt, daß die Pflanzen ihre geringsten Überlebenschancen bei niedrigem Kohlenhydratniveau haben, dem ein hohes Stickstoffniveau entspricht. Verbindet man die Lebensdauer der Graswurzeln und Blätter mit dem Stickstoffniveau und dessen Einfluß auf die Überlebensfähigkeit, dann wird verständlich, daß jede Erhaltungsdüngung während des späten Herbstes vorgenommen werden muß. Die späte Düngung stimuliert das Wurzelwachstum, ohne den Wuchs der Gräser während des Winters zu beeinflussen. Bei niedrigerer Temperatur findet nämlich mehr Wurzelbildung als Blattwuchs statt. Dies bewirkt in der folgenden Wachstumssaison ein weitaus gleichmäßigeres Wachstum, weil man dem großen Abfall im Kohlenhydratgehalt entgeht, der ein Resultat der Frühlings- und Sommerdüngung ist. Außerdem wird die Bildung von Graswurzeln mit der längsten Lebensdauer stimuliert.

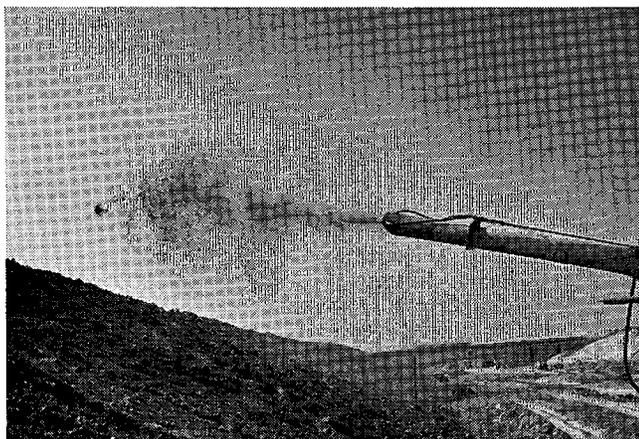


Abb. 5: Strohabdeckung ergibt ein besseres Mikroklima und eine schnellere Pflanzenetablierung

Die Erhaltungsdüngung muß aber in einem ausgeglichenen Verhältnis zwischen Stickstoff, Phosphorsäure und Kali dargestellt werden, wenn notwendig unter Einbeziehung von Calcium. Außerdem ist die Gleichmäßigkeit der Düngung von großer Bedeutung, da die Nahrungsaufnahme der Pflanzen sich nur über eine Reichweite von 20 cm erstreckt. Außerdem ist zu bemerken, daß Kalium einen besonders modifi-



Abb. 6: Böschungen aus reiner Kreide ohne Strohabdeckung, aber mit Latexbindemittel angesät

zierenden Einfluß auf hohe Temperaturen hat, die auf Böschungen herrschen. Ein Verhältnis zwischen N:P:K wie 4:1:6 wird sicher die beste Nährstoffverteilung ergeben. Für dänische Verhältnisse wird eine Standarddüngung von N:P:K wie 14:4:7 aber als am vorteilhaftesten betrachtet, obwohl sie das erwünschte Verhältnis nicht einhält. Eine ausgeglichene Düngung wirkt gleichzeitig als Sicherheitsfaktor gegen verschiedene Krankheiten der Gräser. Die



Abb. 7: Böschungen wie in Abb. 6, Aufnahme 3 Monate später; Rot-schwingel ist dominierendes Gras

größten indirekten Ursachen von Pflanzenkrankheiten gehen vom Stickstoff bzw. Calcium aus, besonders wenn das Stickstoffangebot zu hoch und die Calciumversorgung zu gering ist. Der Einfluß der Düngung auf den Krankheitsbefall wird durch mehrere Faktoren kompliziert:

1. durch das Zusammenspiel der einzelnen Düngemittel
2. durch den pH-Wert des Bodens
3. durch ein unausgewogenes Nährstoffverhältnis
4. durch Bodenfeuchtigkeit
5. durch die Bodentemperatur
6. durch die Lufttemperatur
7. durch den Genotyp der Pflanzen
8. durch die Wachstumsaison.

So wird der Befall mit *Fusarium nivale* durch viel Stickstoff und wenig Calcium sowie Kali gefördert; *Corticium fuciforme* tritt besonders bei niedrigem N-Niveau auf, eine Förderung von *Corticium fuciforme* ergibt sich ferner durch hohe Bodenfeuchtigkeit; *Fusarium culmorum* wird von hoher Bodenfeuchtigkeit gefördert, ebenso gehen größere *Pythium*-Angriffe bei *Agrostis* auf höhere Bodenfeuchtigkeit zurück.

Eine Unkrautbekämpfung ist hauptsächlich dort aktuell, wo eine Aussaat auf Mutterboden stattfindet. Es muß darauf aufmerksam gemacht werden, daß eine Unkrautbekämpfung nicht erfolgen sollte, ehe die Pflanzen ein halbes Jahr alt sind, und darüberhinaus sollte man die Pflanzen betrachten und sich nicht nach dem Kalender richten, wann eine Unkrautbekämpfung einsetzen kann. Ferner ist daran zu erinnern, daß die Schwingelgräser gegen Unkrautmittel mit Acetatgehalt sehr empfindlich sind. Die Unkrautbekämpfung kann sowohl im Frühling als auch im Herbst vorgenommen werden.

Für die Erhaltung der Vegetation ist Wasser jedoch der dominierende Faktor, der in der freien Landschaft nur als Niederschlag erwartet werden kann. Die Verteilung des Niederschlags ist in Dänemark sehr unregelmäßig, was auch aus Tabelle 1 hervorgeht. Südwestjütland hat die größte Niederschlagsmenge, Westseeland die geringste.

Der Niederschlag enthält eine Menge nützlicher Nährstoffe, aber auch einen Teil an schädlichen Stoffen, die der Vegetation schaden können. Der Gehalt des Niederschlags an Pflanzennährstoffen geht aus Tabelle 1 hervor, die einen Durchschnitt des Niederschlags der Jahre 1957 bis 1961 darstellt.

Tabelle 1: Der Gehalt von Niederschlag und Luft an Pflanzennährstoffen

	mm nedbor (normal)	Gennemsnit 1957-61 kg pr.ha							
		Nitrat N	Amn. N	K	Na	Mg	Ca	Cl	S
St. Vildmose	611	1,9	3,6	2,8	13,8	2,7	7,5	23,2	11,3
Grenaa	556	2,2	4,6	3,0	14,0	2,6	8,2	20,6	14,3
Odum	569	2,2	4,9	2,7	12,7	2,8	5,4	20,9	12,2
Borris	724	2,2	4,2	3,3	24,4	3,9	6,6	43,0	13,0
Lyngby	628	2,5	4,3	3,2	8,7	2,6	7,1	13,5	14,8
Askov	768	2,6	5,3	3,4	20,9	3,5	5,5	32,4	13,3
Blangstedgaard	601	2,1	4,0	2,4	9,4	2,3	5,7	14,9	12,3
Tystofte	553	2,3	5,5	3,2	11,9	2,5	7,0	15,7	11,8
Højer	704	2,5	4,4	3,7	35,2	5,1	7,0	59,7	15,0
Abed	584	2,4	4,8	3,0	9,7	2,1	5,1	13,6	10,8
Gens.med.nedboren		2,3	4,6	3,1	16,1	3,0	6,5	26,0	12,9
Gens.med.luften		-	8,0	3,0	20,0	3,0	7,0	30,0	25,0

Da die Wasserinfiltration auf Böschungflächen geringer als auf Horizontalflächen ist, steht zu erwarten, daß die oben angeführten Nährstoffmengen auf Böschungen in geringerer Menge zugeführt werden. Außerdem handelt es sich bei den Zahlen um Durchschnittszahlen, was mit sich führen kann, daß einzelne Schauer nach einer längeren Trockenperiode bedeutend größere Gehaltsmengen als die angeführten enthalten. Daneben hat die starke Industrialisierung auch den Gehalt des Niederschlags an Pflanzennährstoffen beeinflusst, was sich besonders in der erheblichen Steigerung des Schwefelgehaltes im Niederschlag in der Zeit vom 1. 6. 1970 bis zum 1. 6. 1972 zeigt (Tab. 2).

Untersuchungen von E. DAHL an der norwegischen Landwirtschaftlichen Hochschule haben ergeben, daß sich wegen des wachsenden Schwefelgehaltes und dadurch niedrigen pH-Werts im Niederschlag, der eine größere Ca-Auswaschung verursachen kann, pro Jahr eine Produktionshemmung von 1,5% ergibt.

Tabelle 2: Niederschlag (mm) sowie Gehalt des Niederschlags an Pflanzennährstoffen 1.6.1970 bis 1.6.1972 Durchschnitt kg/ha

	Nieder-schlag	Na	Cl	NO ₃ -N	NH ₄ -N	K	Mg	Ca	S
Silstrup	792	38,1	62,1	4,8	5,4	2,7	4,1	11,7	17,4
Børding	743	23,7	39,5	4,5	5,9	2,1	4,1	5,7	15,1
Askov	745	29,1	50,3	5,1	11,6	4,4	3,2	8,4	18,6
St. Jynde	753	26,7	45,8	5,6	7,2	3,0	3,0	9,0	16,5
Højer	624	38,9	67,2	4,1	6,6	2,6	4,1	6,9	14,7
Rønhave	714	25,5	44,9	7,4	10,7	7,4	3,0	12,3	20,7
Hårlev	598	12,9	20,1	4,5	8,1	1,5	1,8	7,4	15,8

Literaturverzeichnis

1. BOCHER, T. W. B., 1945: Beiträge zur Pflanzengeographie und Ökologie dänischer Vegetation. II. Über die Waldsaum- und Gras-krutgesellschaften trockener und halbtrockener Böden der Insel Seeland mit besonderer Berücksichtigung der Strandabhänge und Strandebenen. Kgl. Dan. Vid. Selsk. Biol. Skr. 4, 1.
2. BOCHER, T. W. B., 1946a: Graes-urte-Vegetationen på Hoje Mon. Bot. Tidskr. 48.
3. BOCHER, T. W. B. et al, 1946b: Slope and dune Vegetation of North Jutland I. Himmerland. Kgl. Dan. Vid. Selsk. Biol. Skr. 4, 3.
4. CARROLL, J. C., 1943: Effects of drought, temperature and nitrogen on turfgrasses. Plant Physiolog 18.
5. FREDSKILD, B., 1954: Ecological and floristic studies on dry sand slopes in Western Sealand. Oikos 5.
6. GRONTVED, P., 1968a: Nogle sydsjællandske grusgrave og lidt om planternes indvandring på ny jord. Flora og Fauna 74.
7. GRONTVED, P., 1968b: Plantevæksten på Dybso. Flora og Fauna 74.
8. HANSEN, K. et al, 1968: Vejkantens planteliv.
9. HANSEN, K., JENSEN, J., 1972: The Vegetation on roadsides in Denmark. Dan. Bot. Arkiv 28, 2.
10. JENSEN, H. A., 1967: Froindholdet i agerjord. Licentiafhandling. Den kgl. Vet. og Landbohøjskole i København.
11. JORGENSEN, V., 1972: Nedborens indhold af plantenaeringsstoffer. Ugeskrift for Agronomer og Hortonomer 50.
12. LUNELUND, H., 1927: Wärmesummen der direkten Sonnenstrahlung verschiedener steiler Hänge in Finnland. Soc. Scient. Finn. Comment. Phys.-Math. 4 (5).
13. MCKEE, W. H., 1965: Microclimate Conditions found on Highway Slope Facings as related to adaption of species. Virginia Polytechnic Institute, Agr. Dep.
14. NIEMI, A., 1969: On the railway vegetation and flora between Esbo and Inga, S. Finland. Acta Bot. Fenn. 83.
15. PETERSEN, M., 1972: Graesarter og -stammer til udsaning på vejskraninger og rabatter. Dansk Vejtidskrift Nr. 8.
16. SUOMINEN, J., 1969: The Plant cover of Finnish railway embankments and the ecology of their species. Ann. Bot. Fenn. 6.

Zusammenfassung

Ausgehend von der Mitteilung botanischer Untersuchungsergebnisse an Böschungen und Banketten mit 20 bis 30 Jahre alten Ansaaten, bei denen *Festuca rubra* und *Agrostis* klar dominierten sowie anschließend an die Darstellung der Einflüsse von Boden und Klima, insbesondere der Temperatur, auf die Pflanzenentwicklung verschiedener Arten, erfolgt eine Beurteilung ansaatwürdiger Gräser und Leguminosen und die Zusammenstellung von Standardmischungen. Für Böschungen und Bankette wird eine Ansaatmischung, bestehend aus *Festuca rubra*, *Festuca ovina*, *Agrostis* und *Poa pratensis* genannt. Weiterhin wird zur Aussaat Stellung genommen, im einzelnen zur Frage der Beisat raschwüchsiger Arten, der Förderung von Keimung und Anfangsentwicklung durch Strohabdeckung sowie zu Maßnahmen der späteren Erhaltung der Vegetation.

Summary

This is first an account of the results of botanical experiments, during which grass had been sown 20 to 30 years ago on slopes and raised verges. It was quite obvious that *Festuca rubra* and *Agrostis* dominated at present. The article deals then with the influence of soil and climate, especially the temperature, on the development of plants of different species. This is followed by an assessment of such grasses and leguminosae which are recommendable for sowing. Moreover, standard mixtures are compiled. In the case of slopes and raised verges, the author recommends a seed mixture consisting of *Festuca rubra*, *Festuca ovina*, *Agrostis* and *Poa pratensis*. Another point which is investigated is the sowing. Particular attention is paid to the supplementary sowing of rapidly growing species, to the promotion of germination, to the acceleration of the initial development process by means of a straw cover and to measures in relation to the maintenance of vegetation later on.

1. Einführung

Im Laufe des Sommers 1974 wird die Fachnorm DIN 18035 Bl. 4 „Sportplätze – Rasenflächen“ im Weißdruck vorliegen. Mit der Bearbeitung dieser Norm wurde im Jahre 1969 begonnen. Sie stellt eine Zusammenfassung der inzwischen zahlreichen internationalen Ergebnisse auf dem Gebiet des Baues von Rasensportflächen sowie der vor allem in den letzten 5 Jahren gewonnenen inländischen Erfahrungen und erarbeiteten Richtwerte dar und stützt sich weiterhin auf eine Reihe eigens durchgeführter Untersuchungen, die im Hinblick auf die in der Bundesrepublik dominierende Sportart „Fußball“ notwendig waren. Denn allein der Winterspielbetrieb auf den Fußballfeldern führt zu den bekannten Problemen, die bei Sommersportarten nicht oder nur in einem weitaus schwächeren Maße in Erscheinung treten.

Die Fachnorm DIN 18035 Bl. 4 „Sportplätze – Rasenflächen“ ist ein Versuch, Grundsätze zum Bau von Rasensportflächen aufzustellen und diese Grundsätze in Regeln zu fassen. Mit dieser Norm sollen die vielfältigen und z.T. extremen Planungs- und Baufehler wünschenswerterweise vermieden, relativistischerweise eingeschränkt werden. Solche Fehler, die zu beträchtlichen Bauschäden führen können, sind beispielsweise folgende:

1. Eine nicht planmäßig und sachgerecht durchgeführte Dränung, indem zu wenig nach Notwendigkeit und fast nie nach Art des Wasserflusses (Grundwasser, Hangwasser) unterschieden wird, ferner Bodenart und Niederschlagsgebiet nicht genügend Berücksichtigung finden;
2. eine Verfüllung der Drängräben mit ungeeignetem, zu feinem, undurchlässig werdendem Material;
3. ungenügende Ebenflächigkeit des Baugrundes im Hinblick auf die Wasserableitung auf dem Erdplanum zum Drän sowie Baugrundstörung durch den Einbau darüberliegender Schichten, so daß Wasserlinsen entstehen, die sich bei Tragschicht und Rasendecke auswirken und sowohl Tragfähigkeit als auch Rasenentwicklung beeinträchtigen;
4. Verwendung ungeeigneter, vor allem zu grober Drän-schicht-Baustoffe, die weder die Wasserableitung aus der Tragschicht fördern noch zur Wasserspeicherung des Sportaufbaues beitragen;
5. falsche und inhomogene Zusammensetzung der Tragschicht mit Verwendung schwerster, steriler Böden, bei denen es sich oft um Rohböden handelt, die rasch verdichten, undurchlässig werden und bei frostoffener Witterung im Winter nicht bespielbar sind, – oder falsche Tragschichtgemische bei Sandaufbauten, insbesondere mit zu wenig oder qualitativ schlechter organischer Substanz;
6. Aussaat von Saatgutmischungen, die sich zu wenig auf echte, belastbare Rasengräser und wertvolle Rasenzuchtsorten mit dichter Narbenbildung, genügender Krankheitsresistenz und befriedigendem Winteraspekt stützen;
7. Vernachlässigung der Fertigstellungspflege sowie sachgerechte Fortführung der Pflegearbeiten nach der Abnahme des Bauvorhabens;
8. ausbleibende Vorbereitung der neu erstellten Rasensportfläche auf den Spielbetrieb und insbesondere falsche Inbetriebnahme zum Wettkampfbetrieb, z. B. mit zu hoher Anfangsintensität oder bei ungünstiger Witterung.

Die Konzeption der Fachnorm DIN 18035 Bl. 4 „Sportplätze – Rasenflächen“ geht von 3 Grundanforderungen aus, die an eine Rasensportfläche, vornehmlich mit Winterspielbetrieb, zu stellen sind:

- * genügende Tragfähigkeit
- * ausreichende Scherfestigkeit
- * günstige Entwicklungsvoraussetzungen für die Rasendecke.

Hierbei handelt es sich bei der dominierenden Forderung nach **Tragfähigkeit** des Spielfeldaufbaues, die letztlich eine belastbare Rasendecke erst ermöglicht, um eine Frage der hydraulischen und kapillaren Wasserableitung, **Scherfestigkeit** bedingt eine bestimmte Kornabstufung mit „gewisser“ Bindigkeit und/oder eine spezifische petrographische Beschaf-

fenheit, während die **Entwicklungsvoraussetzungen der Rasendecke** sich in erster Linie auf Wasserspeicherung und Sicherung der Luftdiffusion zu erstrecken haben.

Insgesamt sind beim Bau von Rasensportflächen also z.T. konträre mechanische und biologische Anforderungen zu berücksichtigen und aufeinander abzustimmen.

Anwendung der Fachnorm DIN 18035 Bl. 4 bedeutet darüber hinaus Anpassung an bzw. Abwandlung der jeweils herrschenden örtlichen Verhältnisse. Dies soll an einem praktischen Planungsbeispiel aus Nordwestdeutschland beispielhaft erläutert werden.

2. Situationsdarstellung

Im Rahmen eines Sportzentrums der Stadt Ochtrup ist der Bau eines Rasensportfeldes vorgesehen. Es handelt sich um eine Fläche, die zuvor als Ackerland genutzt wurde. Der Grundwasserstand liegt unter 1,00 m, die Mächtigkeit des sog. Mutterbodens schwankt jedoch zwischen 0,15 und 0,90 m, so daß Auskoffertiefen von 0,30 bis 1,10 m vorgesehen sind. Nach Auskoffertung des nicht standfesten Bodens soll eine Sandauffüllung vorgenommen werden, um eine genügende Entwässerung zum Vorfluter hin zu ermöglichen. Für die Rohrdränung ist ein Saugerabstand von 5 m geplant. Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt etwa 700 mm.

Als Grundlage für die Planung des Spielfeldaufbaues werden Angaben zur Sandaufschüttung, zur Herstellung der Tragschicht sowie zur Zusammensetzung der Ansaatmischung angefordert. Dabei soll die Sandaufschüttung neben genügender Wasserabführung und Tragfähigkeit in gewissem Umfang auch dem Gesichtspunkt der Wasserspeicherung Rechnung tragen, während zur Herstellung der Tragschicht der verwendbare Bodenanteil festzulegen ist.

3. Vorschläge zur Problemlösung

3.1. Dränung und Unterbau

Die Fachnorm DIN 18035 Bl. 4 „Sportplätze – Rasenflächen“ definiert zunächst den Begriff **Baugrund** wie folgt:

„Baugrund wird der Boden genannt, auf dem ein Rasensportplatz errichtet wird. Der Baugrund wird in Untergrund und Unterbau unterschieden...“

Als **Untergrund** bezeichnet man dabei den natürlich anstehenden Boden, wird dagegen eine Aufschüttung auf einen Untergrund vorgenommen, dann handelt es sich um einen **Unterbau**.

In Anwendung der Norm ist die vorgesehene Sandaufschüttung also als Unterbau zu betrachten.

DIN 18035 Bl. 4 (Entwurf Februar 1974) fordert im Hinblick auf die Verbesserung des bodenmechanischen Zustandes des Baugrundes, daß Grundwasser bei Einbau einer Drän-schicht nicht höher als 50 cm und bei Spielfeldaufbauten ohne Drän-schicht nicht höher als 75 cm unter Oberkante ansteigen darf. Ein höherer Grundwasserstand ist abzusenken.

Mit **Erdplanum** wird die technisch bearbeitete Oberfläche des Untergrundes oder Unterbaues bezeichnet, die sich durch bestimmte, festgelegte geometrische Merkmale wie Ebenheit und Neigung auszeichnet.

Bei der aus Gründen der Tragfähigkeit und Niveaueinhebung notwendigen starken Sandaufschüttung (Unterbau) erscheint der vorgesehene Saugerabstand von 5 m als unnötig eng bemessen, so daß eine Überprüfung des Dränplanes erfolgen sollte.

Hingegen läßt sich der Unterbau durch die Verwendung eines geeigneten Sandes genügend durchlässig gestalten, damit auf eine besondere Drän-schicht verzichtet werden kann.

Als Wasserschluckwert eines geeigneten verfügbaren Sandes 0/2 wurde $K^* \text{ mod.} = 0,023 \text{ cm/sec.}$ ermittelt. Dieser Wert liegt höher als die Anforderung für Drän-schicht-Baustoffe von $K^* \text{ mod.} = 0,01 \text{ cm/sec.}$

Hiernach wurde vorgeschlagen, nach Auskoffertung und Dränung zunächst gleichmäßig eine 10 cm dicke Kiesschicht (0/30) aufzutragen, um darauf die erforderliche Niveaueinhebung mit Sand obiger bzw. ähnlicher Durchlässigkeit vorzunehmen. Die Unterschicht aus Kies erschien aus Gründen des Tragfähig-

keitsausgleichs erforderlich, da Auskofferungstiefen und Aufschüttungshöhen beträchtlich differieren.

3.2. Tragschicht

Eine funktionsfähige Tragschicht, die neben Tragfähigkeit und Scherfestigkeit eine gute Entwicklung der Rasendecke ermöglichen soll, wird nach DIN 18 035 Bl. 4 im wesentlichen durch die folgenden 4 Kriterien mit den dazugehörigen Richtwerten bestimmt.

1. durch einen vorgegebenen Kornverteilungsbereich, der nicht mehr als 8 Gew.-% an Feinteilen unter 0,02 mm vorzieht;
2. durch eine Begrenzung des Gehalts an organischer Substanz, um Schwammigkeit zu vermeiden, auf 4 Gew.-%;
3. durch eine Wasserkapazität von etwa 35 bis 40 (bei porösen Sanden 42) Vol.-% – sowie
4. durch eine Wasserdurchlässigkeit von $K^* \text{ mod.} \geq 0,0015 \text{ cm/sec.}$

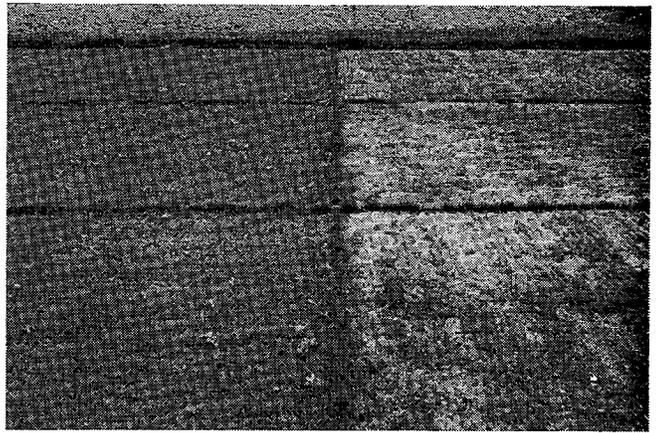
In der Zukunft wird zu prüfen sein, ob bestimmte Kriterien zusammengefaßt oder durch andere direkt prüfbare Merkmale, z. B. Tragfähigkeit, ersetzt werden können.

Anhand der vorgenannten Kriterien ist als erstes eine Beurteilung des zur Verwendung vorgesehenen Bodens vorzunehmen.

Die entsprechenden Untersuchungen ergaben (Darst. 1):

- a) eine im feinen Bereich außerhalb des Kornverteilungsbereichs nach DIN 18 035 – 4 liegende Korngrößenverteilung mit 17 Gew.-% an Feinteilen unter 0,02 mm;
- b) einen Gehalt an organischer Substanz von 5,10 Gew.-%;
- c) eine Wasserkapazität von 42,2 Vol.-%;
- d) eine Wasserdurchlässigkeit von nur 0,00006 cm/sec., was der Infiltrationszeit von 1 cm Wassersäule von mehr als 3 Stunden entspricht;
- e) einen pH-Wert von 4,47.

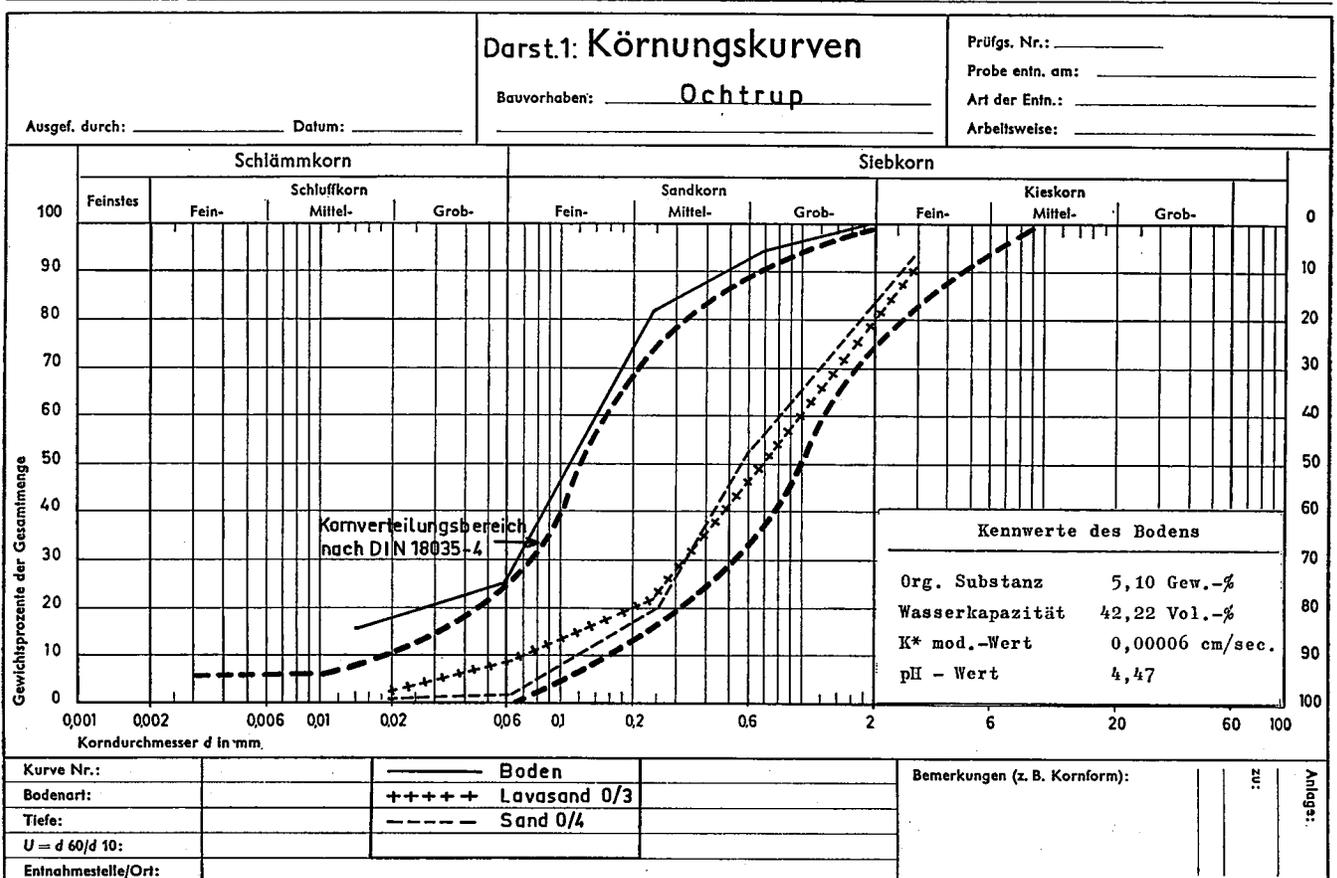
Danach erfüllt der anstehende Boden mit keinem Merkmal, auch nicht hinsichtlich des im Bereich zwischen 5,5 und 6,5 anzustrebenden pH-Wertes, die Festlegungen der Norm. Insbesondere weicht die Wasserdurchlässigkeit von den zu fordernden Richtwerten ab. Als Ursache der überaus stark redu-



Einfluß der Tragschicht auf die Auflafrate der Rasenansaat links: 30 Vol.-% Lavasand, 30 Vol.-% Flußsand, 10 Vol.-% Lößboden, 30 Vol.-% Weißtorf
rechts: 60 Vol.-% Flußsand, 10 Vol.-% Lößboden, 30 Vol.-% Weißtorf

zierten Durchlässigkeit werden im wesentlichen Menge und Form der im Boden enthaltenen organischen Substanz angesehen, die durch ihre feine Struktur Poren verstopfend und quellend wirkt. Diese Erscheinung wurde bereits bei verschiedenen anderen schwach humosen, sauren Sanden des nordwestdeutschen Heidegebiets beobachtet.

Bei der Berechnung eines experimentellen Tragschichtgemisches geht man sowohl von der Kornverteilung des zur Verfügung stehenden Bodens als auch von dem Feinanteil des zur Verwendung vorgesehenen Sandes aus. Somit ist einerseits der Feinanteil des Bodens von 17 Gew.-% und andererseits der Anteil des Sandes unter 0,02 mm zu berücksichtigen. Als Sand sollte Lavasand 0/3 oder 0/5 herangezogen werden, dessen Feinanteil bei 3 bis 5 Gew.-% liegt. Folglich darf der Bodenanteil im Korngemenge der Tragschicht nicht mehr als 25 Vol.-% betragen. Unter Einbeziehung von Torf als Wasserspeicherstoff wurde als weiterer Schritt das Gemisch 1 aus



20 Vol.-% Boden
60 Vol.-% Lavasand 0/5
20 Vol.-% Weißtorf

sowie das Gemisch 2 aus

20 Vol.-% Boden
60 Vol.-% Lavasand 0/3
20 Vol.-% Weißtorf

zusammengestellt.

Beide Gemische wiesen zwar eine genügend hohe Wasserdurchlässigkeit auf, jedoch wurde die zulässige Wasserkapazität von 40 Vol.-%, die bei Verwendung poröser Sande, wie Lavalit, bis auf 42 Vol.-% erhöht werden kann, z. T. beträchtlich überschritten. Zu hohe Wasserkapazität bedeutet aber reduzierte Tragfähigkeit (Darst. 2).

Somit war es notwendig, weitere Gemische herzustellen und zu überprüfen. Hierzu wurde das Gemisch 3 aus

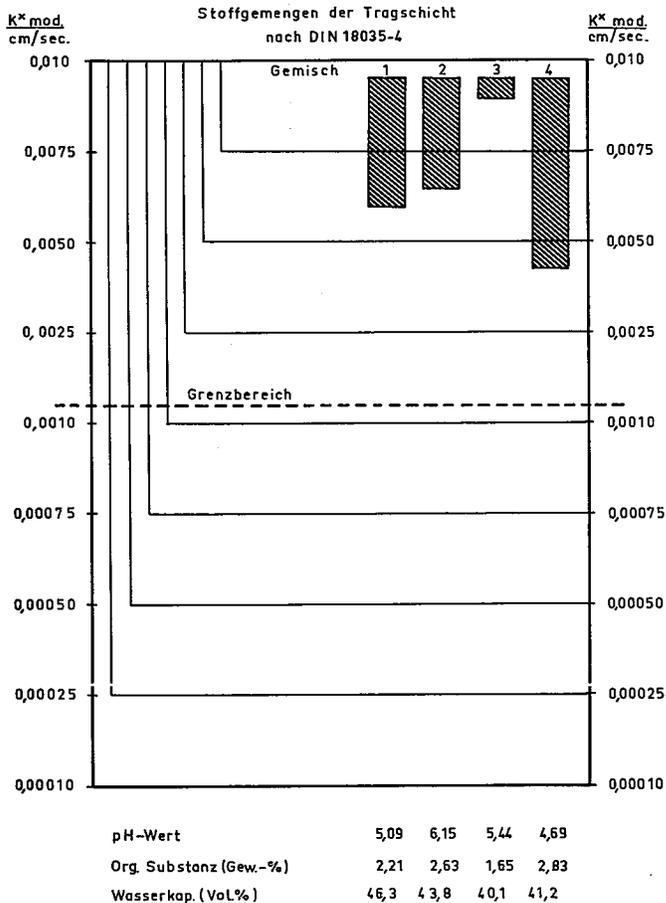
20 Vol.-% Boden
70 Vol.-% Lavasand 0/3
10 Vol.-% Weißtorf

und das Gemisch 4 aus

20 Vol.-% Boden
30 Vol.-% Lavasand 0/3
30 Vol.-% Sand 0/4
(Feinanteil
1 bis 2%)
20 Vol.-% Weißtorf

hergestellt. Beide Tragschichtgemische erfüllen die Anforderung der Norm (Darst. 2). Lediglich bei Gemisch 4 wäre der zu niedrige pH-Wert zu korrigieren.

Darst. 2: Prüfungen
von



Wasserabgabe verbunden ist, hat in Versuchen zu einer deutlichen Förderung der Keimpflanzenzahl geführt. Außerdem trägt Lavasand durch seinen höheren pH-Wert zu einem Reaktionsausgleich saurer Sande und Torfe bei.

Der ausdrückliche Hinweis auf Weißtorf bzw. auf Hochmoortorf entsprechend Ziffer 2.1.1. der DIN 11 542 Bl. 1 „Torf für Gartenbau und Landwirtschaft“ soll die Verwendung „dränender“, d. h. grober, faseriger, wenig zersetzter Torfe gewährleisten, da stark zersetzte Torfe ähnlich wie feinstrukturierte organische Substanz im Boden die Wasserdurchlässigkeit durch Porenverstopfung beeinträchtigen können.

Tragschichtgemische, die weitgehend auf der Basis von Sand und Torf hergestellt werden, sind verständlicherweise nährstoffarm. Sie bedürfen deshalb einer genügenden Nährstoffanreicherung. Hierfür sieht DIN 18 035 Bl. 4 den Einbau von

30 bis 40 g N je m²
30 bis 40 g P₂O₅ je m²
und 30 bis 50 g K₂O je m²

vor. Die Reinnährstoffe sollten in Form eines Volldüngers mit Spurenelementen zur Anwendung kommen.

Im Falle des geplanten Bauvorhabens wurde eine Anreicherung des Tragschichtgemisches mit 250 g/m² eines Volldüngers der Zusammensetzung 12 : 12 : 17 % NPK mit Spurenelementen sowie eine Menge von 100 g/m² Agrosil LR zur Förderung der Rasenbewurzelung vorgeschlagen.

Sowohl aus Gründen der Durchlässigkeit und der kapillaren Wasserleitung als auch im Hinblick auf gute Entwicklungsbedingungen der Rasendecke ist die Homogenität des Tragschichtgemisches von besonderer Bedeutung. Boden soll weitestgehend frei von lebenden Pflanzenteilen und keimfähigem Saatgut sein; Boden und Torf sind vor dem Mischvorgang genügend fein zu zerkleinern, so daß z. B. Bodenpartikel mit einem größeren Durchmesser als d = 8 mm, die eine Schmier-schicht an der Oberfläche der Tragschicht bewirken können, ausgeschlossen werden, und das Gemisch selbst ist mit größtmöglicher Gleichmäßigkeit herzustellen.

Als Schichtdicke sieht DIN 18 035 Bl. 4 Stärken von 10 bis 15 cm im eingebauten Zustand vor. Allerdings ist darauf hinzuweisen, daß geringere Schichtdicken grundsätzlich tragfähiger sind. Im Einzelfall hängt die Schichtdicke jedoch von Niederschlagsgebiet und Berechnungsmöglichkeit ab, so daß für das Bauvorhaben in Ochtrup 12 cm Tragschichtstärke im eingebauten Zustand vorgesehen wurden. Nach den bisherigen Erfahrungen wird diese Schichtdicke mit einer losen Schüttung von etwa 20 cm erreicht, woraus sich eine Verdichtung von etwa 40 % ableiten läßt. Zur Verdichtung der Tragschicht kommen statische Glattmantelwalzen mit einem Gewicht von etwa 500 kg je m Mantelbreite bei einem Durchmesser von wenigstens 600 mm in Betracht. Bei Einbau mit Fertiger ist eine entsprechende Verdichtung vorzunehmen. Zu starke Verdichtung kann die Wasserabführung über lange Zeiträume beeinträchtigen.

Der Einbau des Tragschichtgemisches darf schließlich nicht zu Störungen darunterliegender Aufbausichten führen. Wird ein Gefälle eingebaut, muß es nach DIN 18 035 Bl. 4 unter 1% liegen. Das Planum der Tragschicht darf an keiner Stelle um mehr als ± 1 cm von der Nennhöhe abweichen.

3.3. Rasendecke

Die Rasendecke einer Rasensportfläche entspricht dem Spielfeldbelag. Sie ist ihrer Funktion nach deshalb mit dem Innenbelag bzw. der Deckschicht von Tennisflächen zu vergleichen. Ihre Funktion setzt die Verwendung geeigneter Gräser voraus, die in die Ansaatmischung in Form wertvoller Rasenzuchtsorten aufzunehmen sind.

Beim Aufbau einer Tragschicht nach DIN 18 035 Bl. 4 stehen 2 Regel-Saatgutmischungen zur Wahl, die nach ökologischen und pflegetechnischen Gesichtspunkten konzipiert wurden. Danach kommt die Regel-Saatgutmischung A für alle Lagen in Betracht, wo eine regelmäßig gute Pflege gewährleistet ist, während Regel-Saatgutmischung B besonders für maritim beeinflusste Gebiete gedacht ist sowie für Sportanlagen, bei denen eine regelmäßig gute Rasenpflege nicht gesichert erscheint oder nicht angestrebt wird. Darüber hinaus steht es dem Planer entsprechend dem Regelcharakter dieser Ansaatmischungen frei, in besonderen Fällen besondere Ansaatgemische vorzunehmen.

erdem
(ießen)
n der
setzt
ndigen
g von
t, Ar-
mwelt.
chinen
Bender
diese
(ießen)
ächen"
u auf.
Trag-
inbau-
zwar
rdings
en als
terbo-
lichten,
strugen
%. Da-
ke von
g von
sichtigt
gebau-
(ießen)
pfeffor
anlagen
Aufbau,
n Torf,
tungen
nsport-
laß der
ie die
Rasen-
(ießen)
ng zur
Mana-
HOLT,
Putting-
zidein-
d auch
erhöhte
verrin-
n 6%.
samm-
obielle
Filzan-
en Um-
wachs-
ger die
stürren
(ießen)
rassen
en bis-
on die-
durch
rativem
nderung
n, das
d Mög-
rochen,
n erge-
sbaues,
he Ob-
(ießen)

Die Regel-Saatgutmischungen setzen sich wie folgt zusammen:

Regel-Saatgutmischung	A	B
<i>Poa pratensis</i>	70 Gew.-%	45 Gew.-%
<i>Cynosurus cristatus</i>	20 Gew.-%	10 Gew.-%
<i>Phleum nodosum</i>	5 Gew.-%	—
<i>Phleum pratense</i>	5 Gew.-%	5 Gew.-%
<i>Lolium perenne</i>	—	25 Gew.-%
<i>Festuca rubra</i>	—	15 Gew.-%

Wegen des hohen Anteils an *Poa pratensis* soll den Regel-Saatgutmischungen durch Verwendung mehrerer Spitzensorten eine breitere genetische Grundlage verliehen werden.

In Anwendung dieser Gesichtspunkte der Norm wurde für den maritim beeinflussten Standort Ochtrup die Regel-Saatgutmischung B in folgender Sortenausstattung vorgeschlagen:

- 25 % *Poa pratensis*-Merion
- 20 % *Poa pratensis*-Baron
- 10 % *Cynosurus cristatus*-Credo oder Handelssaat
- 5 % *Phleum pratense*-Enola oder King
- 25 % *Lolium perenne*-Pelo oder NFG
- 15 % *Festuca rubra*-Dawson, Koket oder Topie.

Bezüglich der Handelsanforderungen an Reinheit, Keimfähigkeit und maximalen Fremdartanteil erfolgte ein Hinweis auf die Festlegung in DIN 18 917 „Landschaftsbau – Rasen“. Unter Berücksichtigung dessen beträgt die Aussaatmenge 15 bis 18 g/m².

Praktische Erfahrungen und Versuchsergebnisse ließen es notwendig erscheinen, auf eine ausreichende Saattiefe hinzuweisen, die eine Bedeckung des größten Saatgutanteils sicherstellt. Danach soll das Saatgut gleichmäßig in die obere Zone der Tragschicht von 0 bis 2,5 cm eingearbeitet werden.

Diese Empfehlung stellt keinen Widerspruch zu der bekannten Ansicht einer möglichst geringen Saattiefe bei natürlichen Böden oder feinteilreichen Vegetationsschichten dar, da Tragschichten nach DIN 18 035 Bl. 4 auch für Keimlinge „durchlässiger“ sind, andererseits aber an ihrer Oberfläche rasch austrocknen, besonders dann, wenn Starkregen oder Beregnung zuvor eine Feinteilwaschung aus der Oberschicht bewirkt haben. Danach besteht eine dünne Oberschicht, zumal bei höherem Grobsandanteil, nur noch aus größter Körnung, im Extremfall aus Kiesel. Diese Situation bildet die Regel und hat bei zu flacher Einarbeitung des Saatgutes schon wiederholt zu erheblichen Nachteilen geführt.

3.4. Fertigstellungspflege

Die Baumaßnahme schließt nach DIN 18 035 Bl. 4 alle Arbeiten bis zum abnahmefähigen Zustand, also auch die Fertigstellungspflege, ein. Als abnahmefähiger Zustand gilt bei Saatarasen ein betretbarer, in Wuchs und Verteilung gleichmäßiger Pflanzenbestand mit einer mittleren projektiven Bodenbedeckung durch Pflanzen der Saatgutmischung von 90 %. Dabei darf der letzte Schnitt nicht länger als 5 Tage zurückliegen. Um diesen Zustand möglichst rasch zu erreichen, sind als Maßnahmen der Fertigstellungspflege vornehmlich Beregnung, Düngung und Schnitt erforderlich.

Dementsprechend sollte die Ansaatfläche, sofern Niederschläge nicht in ausreichender Menge und Verteilung fallen, nach der Aussaat mit geringen Beregnungswassergaben (2 bis 5 mm im Abstand von 1 bis 3 Tagen) feucht gehalten werden. Bei einer Aufwuchshöhe von 3 bis 4 cm ist zur Förderung der Jugendentwicklung die erste Stickstoffgabe mit etwa 5 g/m² N eines rasch wirkenden Stickstoffdüngers zu geben. Eine weitere Düngung in gleicher Höhe erscheint 4 Wochen danach notwendig.

Der erste Schnitt soll schließlich bei 6 bis 8 cm Aufwuchshöhe auf etwa 4 cm Schnitthöhe durchgeführt werden. In diesem Zusammenhang ist der Hinweis angebracht, daß eine anfänglich höhere Schnitthöhe zusammen mit ausreichender Düngung die Narbenbildung beschleunigt.

Zusammenfassung

Im Sommer 1974 wird in der Bundesrepublik Deutschland in der Serie der Sportplatznormen eine Fachnorm für Sportplätze – Rasenflächen erscheinen; es handelt sich um DIN 18 035 Blatt 4.

In der vorliegenden Arbeit wird die neue Fachnorm an einem Bauvorhaben aus Nordwestdeutschland beispielhaft angewandt. In diesem Zusammenhang werden Fragen der Dränung, des Unterbaues, der Zusammensetzung der Tragschicht, der Ansaatmischung sowie der Fertigstellungspflege in Anpassung an die örtlichen Verhältnisse abgehandelt.

Summary

A special standard for sports-grounds – lawns has been developed in the Federal Republic of Germany. It will be published in the summer of 1974 within the framework of the standards for sports-grounds as DIN 18 035, folio 4.

This article is an account of the application of this new special standard in an exemplary manner to a constructional project in Northwest Germany. In this context the following problems are dealt with: drainage, sub-structure, composition of the weight-carrying layer, seed mixture and maintenance after completion, adapted to local conditions.

Aus der internationalen Literatur

Einjähriges Rispengras (Annual Meadow-Grass) V. A. GIBEAULT, N. R. GOETZE, J. Sports Turf Res. Inst. 48. 9–19, 1972.

Die weithin als Unkraut in Rasenflächen betrachtete Jährige Rispe (*Poa annua*) läßt sich teilweise durch eine Voraufbehandlung bekämpfen. Dieser Teilerfolg hängt u. a. mit der verschiedenen Ausdauerfähigkeit der einzelnen Typen zusammen, insbesondere mit dem Vorhandensein sowohl annueller als auch perennierender Individuen. Dies war Anlaß zu einer Untersuchung über a) taxonomische Zusammenstellungen beider Pflanzentypen und b) die Verbreitung perennierender Typen von *Poa annua* in Rasenflächen von Oregon und West Washington.

Es werden zunächst die Varietäten für die Formenkreise „annua“ und „perennis“ beschrieben und festgestellt, daß bei *Poa annua* die 3 Subspecies *annua*, *reptans* und *aquatica* unterschieden werden können. Die Untersuchung der Verbreitung dieser Typen in Oregon und West Washington ergab im ganzen 50 % und mehr Ssp. *reptans* an den drei ausgewählten, klimatisch grundverschiedenen Standorten. Größere Unterschiede wurden jedoch bei verschiedener Pflegeintensität ermittelt (Green, Fairway, Rough). Während besonders bei den Greens sowie bei Fairways im Mittel die Ssp. *reptans* stärker vorkam, war auf den Roughs weitestgehend Ssp. *annua* vorhanden. Von diesem Ergebnis wird eine Beziehung zu dem natürlichen Vorkommen der einzelnen Subspecies von *Poa annua* hergestellt. (W. Skirde, Gießen)

Marasmius – Hexenringe: Rasenalter und Verbreitung

(*Marasmius Fairy Rings: Lawn Age and Incidence*) J. SMITH, J. Sports Turf Res. Inst. 48. 24–27, 1972.

In Saskatoon im Staate Saskatchewan-Kanada wurden im Spätsommer 1972 684 Hausgartenrasen auf Befehl mit Hexenringen untersucht. Die

Ansaat war gewöhnlich mit Sorten von *Poa pratensis* und *Festuca rubra* erfolgt.

Aus den Ergebnissen geht hervor, daß die größte Zahl der befallenen Rasen mit zugleich größter Zahl an Hexenringen und höchstem Befallsgrad bei einem Rasenalter von 6 bis 15 Jahren auftrat. Ältere Rasen zeigten sowohl weniger Befall als auch geringere Befallsauswirkungen. Als Ursache werden 2 Möglichkeiten angeführt: einmal das Erreichen einer physikalischen Barriere in Gestalt von Blumenbeeten, Gehsteigen, Straßen, zum anderen Selbstinhibition durch persistente toxische Metabolismen. (W. Skirde, Gießen)

Fungizid-Versuche 1972 (Fungicide Trials, 1972) A. R. WOOLHOUSE, J. Sports Turf Res. Inst. 48. 28–35, 1972.

Es wird über Versuche mit präventivem und kurativem Einsatz von Fungiziden gegen *Fusarium*, *Corticium*, *Dollar Spot* und *Ophiobolus* berichtet. In den Versuchen waren die Produkte Dyrene, Benlate, Daconil, Mersil, Brassicol, Tecto RPH sowie einige Versuchspräparate einbezogen.

Die umfangreichen Ergebnisse werden in tabellarischer Form wiedergegeben. (W. Skirde, Gießen)

Bedeutung einiger für die Akkumulation von Rasenfz verantwortlicher Faktoren auf Golfgreens in Wollaton, Nottingham (Consideration of some of the factors responsible for fibre accumulation on Golf course greens at Wollaton, Nottingham) J. I. WILLIAMS, G. J. F. PUGH, B. MORRIS, J. Sports Turf Res. Inst. 48. 36–43, 1972.

Faktoren wie pH-Wert, Wassergehalt und Pilzliche Populationen, die zum Aufbau von Rasenfz beitragen können, wurden zwischen Filz- und

Boden auf einem Green und einem angrenzenden Fairway, auf dem Rasenfz nicht in gleicher Weise auftritt, untersucht. Auf den Greens wurde seit 20 Jahren Verdasen im präventivem Einsatz zur Vermeidung des Auftretens von *Fusarium nivale* und *Ophiobolus graminis* angewendet. Der Einfluß dieses Mittels auf die soprophytische Mikroflora, die in erster Linie für die natürliche Zersetzung von organischer Substanz verantwortlich ist, wurde ermittelt. Deshalb wird von einer übertriebenen Anwendung von Pestiziden gewarnt. Ferner folgen Hinweise, wie eine Rasenfzanhäufung reduziert werden kann, wobei Maßnahmen der Rasenpflege einschl. einer leichten Anhebung des pH-Wertes auf Greens eine besondere Rolle spielen. (W. Skirde, Gießen)

Versuche mit Schwingel- und Straußgrasarten 1971/72

(Trials of Fescue and Bent Cultivars, 1971-2) J. P. SHILDRICK, J. Sports Turf Res. Inst. 48. 44-101, 1972.

In einer umfangreichen Arbeit erfolgt eine Auswertung von Versuchen mit großen Sortenreihen von Schwingel- und Straußgrasarten. Im einzelnen wird berichtet über Rotschwingel (horstbildend und ausläuferfreiend), Schafschwingel (Feinschwingel, Hartschwingel), Straußgräser (Rotes Straußgras, Flechtstraußgras, Hundsstraußgras). Die Ergebnisse werden in einer ganzen Serie von Tabellen dargestellt. Außerdem erfolgt eine Sortenbeschreibung aller geprüften Züchtungen. (W. Skirde, Gießen)

Moos-Vernichtungsversuche (Moss eradication Trials)

A. R. WOOLHOUSE, J. Sports Turf Res. Inst. 48. 102-107, 1972.

In Fortsetzung vorausgegangener Arbeiten wurden 3 Versuche zur Moosbekämpfung in Rasen durchgeführt, die sich auf die Anwendung von Calomel (Quecksilberchlorid) und Dichlorophen bei verschiedenen Applikationsweisen, ausschließlich zusammen mit Lawn-Sand, stützten. Gute Ergebnisse wurden mit Calomel, sowohl allein als auch zusammen mit Lawn-Sand, erzielt. Calomel ist sehr persistent, wirkt aber langsam. Dagegen wird zusammen mit Lawn-Sand ein rascherer Effekt erzielt. Allerdings sind bei Lawn-Sand Ätzsäden nicht auszuschließen. Ferner könnte mit der Zeit eine zu starke pH-Reduktion eintreten. Ebenfalls gute Resultate wurden mit Dichlorophen gewonnen, wobei Spritzungen eine größere Wirkung als Trockenanwendung hatten. Abschließend wird hervorgehoben, daß eine chemische Moosbekämpfung nur als letzte Möglichkeit zur Moosbeseitigung erfolgen sollte, vielmehr ist der Rasenpflege größter Wert beizumessen, um das Auftreten von Moos zu verhindern. (W. Skirde, Gießen)

Einführung in die Fachnorm DIN 18 035 Blatt 4 Sportplätze; Rasenflächen (z. Z. noch Entwurf) G. HÄNSLER, Das Gartenamt 22. 626-630, 1973.

Inzwischen liegt die Fachnorm DIN 18 035 Bl. 4 Sportplätze - Rasenflächen im Entwurf vor. Sie wird in der vorliegenden Veröffentlichung vorgestellt, wobei die Inhaltspunkte und Kriterien der Norm entsprechend ihres Aufbaues kurz skizziert werden. Einleitend erfolgt eine Bemerkung zur Stellung dieser Norm im gesamten Normenwerk sowie eine Schilderung des Bearbeitungsweges. Die Darstellung des Inhalts beginnt mit einer Definition von Begriffen, ihr folgen die Anforderungen an Baugrund, Dränschicht, Tragschicht, Rasendecke, Rasensaatgut, Fertigrasen sowie Angaben zur Fertigstellungspflege, Inbetriebnahme, Unterhaltungspflege sowie über Prüfungen und Untersuchungsverfahren.

Der Aufbau von Rasensportflächen wird durch Fallskizzen illustriert.

(W. Skirde, Gießen)

Vegetationstechnische Gesichtspunkte beim Bau von Rasensportflächen W. SKIRDE, Das Gartenamt 22. 630-636, 1973.

Die Problematik des Baues von Rasensportflächen resultiert einerseits aus der stärksten Belastung der Flächen in der Winterspielzeit, wenn keine Rasenregeneration durch Graswuchs stattfindet, zum anderen aus der eingeschränkten Tragfähigkeit der Sportanlage bei Wassersättigung. Folglich besteht die Hauptaufgabe beim Bau von Rasensportflächen in der Wasserabführung, dagegen ist jedoch auch die Wasserversorgung der Rasendecke zu sichern. Hierbei spielt die Nutzung des gesamten Spielfeldaufbaues und die Kenntnis der Eigenschaften der einzelnen Baustoffe, auch für die Wasserableitung, eine übergeordnete Rolle. Unter diesen Gesichtspunkten werden die Kriterien der Zusammensetzung der Tragschicht und ihre Beeinflussung, Wirkungen der Baustoffe, insbesondere der Dränschicht, auf die Rasendecke sowie Möglichkeiten zur vegetationstechnischen Verbesserung des Baugrundes besprochen. (W. Skirde, Gießen)

Fertigstellungs- und Unterhaltungspflege von Rasensportplätzen

E. FRANK, Das Gartenamt 22. 637-639, 1973.

Auch eine optimal gebaute sowie mit einer strapazierfähigen Rasendecke versehene Rasensportfläche erfüllt ihre Funktion nur dann, wenn der Spielfeldbelag „Rasen“ in einem guten Zustand gehalten wird. Dazu sind bestimmte Maßnahmen der Pflege erforderlich. Sie teilen sich in Maßnahmen der Fertigstellung, um einen nutzbaren Zustand zu erreichen sowie in Maßnahmen der Unterhaltungspflege, die der Erhaltung der Rasenfläche in einem funktionsgerechten Zustand dienen.

Ausgehend von der Organisation der Platzpflege werden folgende pflegetechnische Maßnahmen besprochen: Schnitt, Entfernen von Schnittgut, Düngen, Unkrautbekämpfung, Beseitigung von Unebenheiten, Verticutieren und Ärfizieren, Ausbessern von Fehlstellen, Bekämpfung tie-

rischer Schädlinge, Entfernung von Laub, Pflege im Winter. Außerdem wird bei Neuanlagen auf die Freigabe zum Spielen eingegangen.

(W. Skirde, Gießen)

Pflegemaschinen für Rasensportplätze

B. HELLSTERN, Das Gartenamt 22. 640-643, 1973.

Maßnahmen der Pflege, die die Belastbarkeit und das Aussehen der Rasensportfläche erhöhen sollen, sind kostenaufwendig. Deshalb setzt sich der Autor zunächst mit der Bereitstellung der dazu notwendigen Mittel auseinander, um anschließend Grundsätze zur Beschaffung von Pflegemaschinen zu erörtern, wie Arbeitsvolumen, Marktangebot, Arbeitsqualität, Wirtschaftlichkeit und Verhalten gegenüber der Umwelt. Nach diesen Gesichtspunkten werden die wichtigsten Pflegemaschinen abgehandelt. Von besonderem Interesse erscheint ein abschließender Abschnitt über die Wirtschaftlichkeit von Pflegemaschinen, in dem diese am Beispiel von 3 Mähsystemen dargestellt wird. (W. Skirde, Gießen)

Herstellungskosten beim Aufbau von Rasentragschichten

H. PATZOLD, Das Gartenamt 22. 644-647, 1973.

Im Zusammenhang mit DIN 18 035 - 4 „Sportplätze - Rasenflächen“ tritt die Frage der Mehrkosten bei normgerechtem Sportfeldaufbau auf. Diese Kosten resultieren vorwiegend aus der Konstruktion der Tragschicht mit Mischen der Tragschichtmaterialien sowie aus den Einbaumethoden.

Preisvergleiche haben ergeben, daß Tragschichten nach Norm zwar teurer herzustellen waren als bei konventionellen Bauweisen, allerdings liegen diesen Mehrkosten auch wertvollere und teurere Materialien als bei alleiniger Verwendung von Mutterboden zugrunde. Sand-Mutterbodentragschichten waren etwa 30 % teurer als reine Mutterbodenschichten, wenn Mutterboden vorlag. Muße er geliefert werden, dann betragen die Mehrkosten für Sand-Mutterbodentragschichten nur noch 12 %. Dabei wurde bei den Sand-Mutterbodentragschichten eine Schichtdicke von 15 cm zugrundegelegt, während bei konventioneller Verwendung von Mutterboden Einbaustärken von 25 bis 30 cm erfolgen. Unberücksichtigt mußte derzeit auch die bessere Belastbarkeit wasserdurchlässig gebauter Rasentragschichten bleiben. (W. Skirde, Gießen)

Erfahrungen mit den Münchener Olympiarasenflächen

S. LUKOWSKI, Das Gartenamt 22. 647-652, 1973.

Die Olympia-Rasenflächen in München wurden von den Büros Professor Grzimek und MILLER + LUZ geplant. Für die verschiedenen Anlagen kamen 3 Ausführungsvarianten zum Einsatz.

Es werden die Erfahrungen mitgeteilt, die sich auf Sand/Torf-Aufbau, Lava als Gerüstbaustoff, reine Sand-Deckschicht, Anwendung von Torf, Poröse Dränschichtbaustoffe, Saatgutmischung sowie Pflegeleistungen erstrecken und wertvolle Anregungen für den modernen Rasensportplatzbau ergeben. Dazu muß einschränkend festgestellt werden, daß der verschiedene Pflegeaufwand, die unterschiedliche Belastung sowie die zeitlich und jahreszeitlich verschiedene Benutzung der einzelnen Rasensportflächen leider keinen schlüssigen Vergleich gestatten. (W. Skirde, Gießen)

Ansammlung von Rasenfz in Bermudagrass-Rasen in Beziehung zur Pflege (Thatch Accumulation in Bermudagrass Turf in Relation to Management) V. H. MEINHOLD, R. L. DUBLE, R. W. WEAVER, E. C. HOLT, Agr. J. 65. 833-835, 1973.

Ansammlung und Umsetzung von Rasenfz wurde in einem Putting-Green aus Tifway-Bermudagrass in Beziehung zu Düngung, Fungizideinsatz und Schnitt untersucht. Das „Thatch-Problem“ wird zunehmend auch in Europa zu einer wichtigen Frage.

Hohe N-Gabe förderte die Ansammlung von Rasenfz um 30 %, erhöhte den Gehalt an sich schwer zersetzendem Lignin um 15 % und verringerte gegenüber geringer N-Gabe die mikrobielle Aktivität um 6 %. Düngung mit aktiviertem Klärschlamm reduzierte die Rasenfzansammlung gegenüber Ammoniumsulfat um 12 % und erhöhte die mikrobielle Aktivität um 3 %. Kalidüngung blieb ohne Einfluß.

Erstaunlicherweise verringerte Fungizidanwendung sowohl die Filzansammlung als auch den Ligningehalt und erhöhte den mikrobiellen Umsatz. Es wird aber angenommen, daß die Fungizide das Pflanzenwachstum gehemmt haben.

Insgesamt wird gefolgert, daß langsam wirkender Stickstoffdünger die Rasenfzansammlung reduziert, während hohe Mengen an löslichem Stickstoff sie erhöhen. (W. Skirde, Gießen)

Problemlösungen für den Bau von Grünflächen auf Dächern, Terrassen und Tiefgaragen A. NIESEL, Neue Landschaft 18. 708-719, 1973.

Vegetationsflächen auf Dächern, Terrassen und Tiefgaragen werden bisher unter dem Begriff „Dachgarten“ zusammengefaßt. Die Funktion dieser Grünflächen ist Einfassung in die Landschaft, z. B. lediglich durch Magerrasen, Anpassung an intensive Grünflächenformen mit dekorativem Wert oder Schaffung trittbelastbarer Flächen.

Bei der Herstellung von Dachgartenflächen spielen die Verhinderung von Staunässe, die Herstellung günstiger Vegetationsschichten, das Gewicht der Materialien, die Neutralisierung des Winddrucks und Möglichkeiten der Bewässerung eine besondere Rolle.

Es werden eine Reihe von Beispielen zum Schichtaufbau besprochen, wie sie sich insbesondere aus Osnabrücker Dachgartenversuchen ergeben. Dabei wird die Anwendung der Fachnorm des Landschaftsbaues, insbesondere DIN 18 915 und DIN 18 917, für derartige und ähnliche Objekte demonstriert. (W. Skirde, Gießen)

39. Deutsche Pflanzenschutztagung, Stuttgart, 1. - 5. Oktober 1973. Mittlg. d. Biol. Bundesanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft. H. 151, 1973. 319 Seiten. Kom. Verlag P. Parey, Berlin u. Hamburg. Kart. DM 25,- Das Heft enthält die Vorträge und die Kurzfassungen der Referate, die auf dieser Tagung gehalten wurden. Es gibt eine gute Übersicht über den gegenwärtigen Stand der Forschung und des Wissens auf dem Gebiet der Bekämpfung von schädlichen Unkräutern, tierischen Schädlingen und pilzlichen Erkrankungen. Daneben geben die Referate Einblick in die technischen Probleme der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und diejenigen der Prognose und des Warndienstes.

(P. Boeker, Bonn)

P. Koronowski: Nebenwirkungen von Quecksilberverbindungen auf Mensch und Tier. Mittlg. d. Biol. Bundesanstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, H. 153, 1973. 121 Seiten. Kom. Verlag P. Parey, Berlin u. Hamburg. Kart. DM 12,-

Quecksilber findet vielseitige Verwendung insbesondere in der Industrie und der Elektrotechnik. Von der Weltproduktion von 10 000 ton gehen etwa 70 Prozent in die Umwelt verloren. Etwa 10% des Verbrauchs entfallen auf die Landwirtschaft und den Gartenbau. Hier werden seine Verbindungen vor allem im Pflanzenschutz eingesetzt und zwar als Beizmittel, zur Pilzbekämpfung im Obstbau sowie als Rasenfungizide und -herbizide. Letzteres ist jedoch in der Bundesrepublik nicht zugelassen, wohl aber in den USA und einigen anderen Ländern üblich, wo sie vor allem auf Golfplätzen benutzt werden, in deren Böden daher auch höhere Quecksilberanreicherungen festgestellt wurden. Die Schrift ist ein Sammelreferat, die zunächst über das natürliche Vorkommen von Quecksilber und dessen Haushalt berichtet. Es folgen dann Angaben zur analytischen Quecksilberbestimmung sowie über das Vorkommen von Quecksilber im pflanzlichen und tierischen Bereich. Sie berichtet über das Auftreten von Quecksilber im Bereich des Menschen und die damit verbundenen Gefahren sowie die möglichen Gegenmaßnahmen.

(P. Boeker, Bonn)

Bau von Rasenspielfeldern auf biotechnischer Grundlage

W. SKIRDE, Berichte B 1/73 Sport- und Freizeitanlagen. Herausgeber Bundesinstitut für Sportwissenschaft Löwenich b. Köln, 49 S. mit 18 Darstellungen, 9 Abbildungen; 1973.

In den vergangenen 5 Jahren - spätestens aber seit der Frage, welcher Aufbau für die Rasenspielfelder im Olympia-Gelände in München zu wählen sei - fand eine stetige Weiterentwicklung von bisher nach recht

konservativen Gesichtspunkten vorgenommenen Rasenspielfeldaufbauten statt. Ausgangspunkt waren Rasenspielfelder, auf denen nach jedem größeren Niederschlag das Wasser stehenblieb, die Grasnarbe aufweichte und auf denen im Winterhalbjahr oftmals die berüchtigten „Schlammschlachten“ stattfanden. Erste Initiativen zur Verbesserung der vor beschriebenen Situation in der Bundesrepublik gingen vom Deutschen Fußballbund aus und fanden ihren Niederschlag in den „Sofortmaßnahmen zur Rasenspielfeldverbesserung“. Einhergehend mit ersten gewonnenen Erkenntnissen bei Rasenspielfeldern, die nach der Sand/Kiesbettmethode in Skandinavien angelegt wurden, erfolgte sukzessiv eine Wandlung zum neuzeitlichen Rasenspielfeldaufbau unserer Zeit. Parallel mit dieser Wandlung verlief unter Anwendung erster noch junger Praxiserkenntnisse im In- und Ausland die Ausarbeitung der DIN 18 035 „Sportplätze“, Bl. 4 „Rasen“. U. a. um die dort festgelegten Erfahrungswerte durch praxisnahe Versuche zu untermauern - wie sich zeigte auch zu korrigieren - erfolgte in 1970/71 durch das Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Fachbereich Sport- und Freizeitanlagen die Vergabe eines Forschungsauftrages über „Hochstrapazierbare, witterungsunabhängige Rasenspielfelder und Freizeitgrünflächen“ an den Leiter des Fachgebiets Rasenforschung des Fachbereichs Umweltsicherung der Justus-Liebig-Universität Gießen, Herrn Dr. Skirde. Die in der Folge durchgeführten Praxisversuche fanden ihr erstes Teilergebnis in der vorliegenden Veröffentlichung „Bau von Rasenspielfeldern auf biotechnischer Grundlage“, (Heftformat 21 x 21 cm, 49 Seiten mit Fotos und grafischen Abbildungen). In dieser Veröffentlichung wird über zwischenzeitlich vorliegende Teilergebnisse von Praxisversuchen Aussagen zu Funktion und Anforderung der vier Hauptteile - Baugrund/Drän-schicht/Tragschicht/Rasendecke - berichtet und insbesondere Detailpunkte zur Wasserspeicherfähigkeit, Wasserdurchlässigkeit, Baustoffverwendung von Drän- und Tragschicht - erläutert. Neben einer kritischen Stellungnahme zu der in letzter Zeit häufig gestellten Frage der möglichen Stabilisierung, speziell der Tor- und 16 m-Räume durch Festigungsmatten, um eine höhere Strapazierfähigkeit zu erreichen, wurden abschließend Ausführungen über Zusammensetzung der Rasendecke und Narbendichte dargestellt, sowie Sortenfragen behandelt.

Für die Zukunft müssen baulich insbesondere weitere Versuche zur Torraumstabilisierung durchgeführt und günstigere Möglichkeiten für eine Verbesserung zerspielter Spielfeldteile gefunden werden. Sowohl zur Grundlage des Baues sowie der Erhaltung von Rasensportflächen warten noch viele biotechnische Aufgaben einer zukünftigen Lösung.

(H. Tietz, Köln)

Arbeiten
Fertigstel-
bei Saat-
ng gleich-
ativen Bo-
von 90 %
je zurück-
chen, sind
ch Bereg-

Nieder-
ing fallen,
rgaben (2
alten wer-
ur Förde-
e mit et-
rs zu ge-
int 4 Wo-

vuchshöhe
In diesem
ie anfäng-
nder Dün-

n der Serie
rasenflächen

em Bauvor-
diesem Zu-
der Zusam-
r Fertigstel-
lgehandelt.

has been
It will be
ork of the

this new
structural
following
composition
aintenance

astuca rubra

r befallenen
tem Befalls-
itere Rasen
iswirkungen.
is Erreichen
Gehsteigen,
oxische Mer-
rde, (Gießen)

OOLHOUSE,

Einsatz von
Ophiobolus
nlate, Daco-
äparate ein-

m wiederge-
irde, (Gießen)

antwortlicher
ideration of
Golf course
F. PUGH,

ationen, die
ten Filz und

Mitteilungen

Rasenseminar der Deutschen Rasengesellschaft in Grünberg vom 5. bis 8. März 1974

Technik der Neuansaat und Pflege

Unter diesem Gesamtthema stand das von der Deutschen Rasengesellschaft vom 5. bis 8. März 1974 in Grünberg veranstaltete Rasenseminar.

„Die Rasenseminare dienen dazu, die in den letzten Jahren gesammelten Erfahrungen auf dem Sektor Rasen möglichst aktuell an die Praxis weiterzugeben,“ so die einleitenden Worte des Vorsitzenden Prof. Dr. Boeker. Seminare sind aber ebenso Kommunikationspunkt für alle Teilnehmer und damit für viele Berufsgruppen. Es bieten sich Kontakte, die binden und in der täglichen Arbeit nützlich sein können.

Über 30 Teilnehmer aus der gesamten BRD, aber auch aus Österreich und der Schweiz, kamen nach Grünberg, um die Vorträge zu hören und in einer intensiven Diskussion Probleme zu lösen.

Anforderungen an Rasensaatgut und Rasenmischungen

— Dr. Pietsch, Betzdorf —

Das Saatgut-Gesetz vom 1. Juli 1970 für die BRD nahm tiefgreifenden Einfluß auf den Handel und Verbrauch von Rasensaatgut. Es hat dazu beigetragen, Ordnung zu schaffen auf dem nicht immer ehrlichen Markt mit Saatgut und hat auf die Produktion von Qualitätssortensaatgut Einfluß genommen.

Dr. Pietsch erläuterte die im Gesetz vorgelegten Qualitätsforderungen, wie zum Beispiel maximaler Fremdarten-Anteil und Reinheit. Unter Qualitäts-Rasen-Saatgut ist jedoch nicht nur Saatgut bester Keimfähigkeit und höchster Reinheit zu verstehen, sondern ebenso entsprechend dem Verwendungszweck und der späteren Nutzungsrichtung die Verwendung geeigneter Arten und Sorten.

Die Pflanzenzüchtung ist in den letzten Jahren weitgehend diesen Forderungen nachgekommen durch die Schaffung neuer leistungsfähiger Gräserarten. Im Unterschied zu den teilweise auch heute noch und den früher ausschließlich verwendeten landwirtschaftlichen Futtergräsern, von Sorten mit hohen Erträgen an Grünmasse, sind die leistungsbestimmenden Eigenschaften der Zuchtrasengräser ausgerichtet auf ein gutes Narbenbildungsvermögen, Resistenz sowohl gegenüber Krankheiten als auch Trockenheit unter Berücksichtigung eines überdurchschnittlich guten Regenerationsvermögens bei nur geringer Zuwachsrate. Die verwendeten Gräserarten sollten möglichst ganzjährig von ansprechender Farbe sein bzw. sich zueinander in der Mischung ergänzend verhalten, d. h., das Konkurrenzverhalten der einzelnen Mischungspartner ist bei der Zusammenstellung von Mischungen zu berücksichtigen.

Die Gruppe derjenigen Gräser, die aufgrund neuerer Erfahrungen und Erkenntnisse in modernen Mischungstypen Verwendung finden, ist, gemessen an der Vielzahl der Gräserarten, außerordentlich klein. Die wichtigsten Arten sind: *Poa pratensis*, *Festuca rubra commutata*, *Festuca rubra rubra*, *Festuca ovina duriuscula*, *Agrostis tenuis*, *Agrostis stolonifera*, *Agrostis canina*, *Cynosurus cristatus*, *Phleum pratense* und *Phleum nodosum* und letzten Endes auch, aber nur in den

besten Sorten, die Art *Lolium perenne*. Die DIN 18 917 „Rasen im Landschaftsbau“ empfiehlt, bei der Zusammenstellung der von ihr empfohlenen Regel-Saatgutmischungen nur solche Arten und Sorten zu verwenden, die nach der beschreibenden Sortenliste für Rasengräser des Bundessortenamtes, erstmals erschienen im Jahre 1973, in der Bewertung ihrer Eigenschaften eine auf den Verwendungszweck bezogene besondere Eignung aufweisen. Auf die in dieser Liste für jede einzelne zugelassene Sorte beschriebenen Raseneigenschaften, sollte vom Verbraucher besonders geachtet werden.

Die Praxis verlangt heute mit Recht nach vielseitig verwendbaren Standard-Mischungen, gekennzeichnet durch eine große boden- und klima-bedingte Anpassungsfähigkeit ihrer Mischungspartner. Aus der für unseren Klimaraum doch nur kleinen Anzahl geeigneter Gräserarten haben sich aufgrund vorausgegangener langjähriger Untersuchungen wiederum nur wenige Spitzensorten des Welt-Sortiments herausgehoben. Von Sonderfällen abgesehen kann man heute mit wenigen Standard-Mischungen unter Verwendung hochwertiger Spezial-Züchtungen großräumig das breite Band verschiedener Rasentypen abdecken.

Bodenphysikalische und bodenchemische Anforderungen für eine Neusaat

— Dr. Franken, Bonn —

Die Beurteilung der günstigen bodenphysikalischen und bodenchemischen Verhältnisse ist abhängig davon, ob ein Zier- oder Sportplatzrasen angesät werden soll. In jedem Falle gilt es einen Kompromiß zu finden zwischen den doch recht differenzierten Anforderungen an den Boden einerseits und den noch zumutbaren Wachstumsbedingungen für die Pflanzenwurzeln andererseits.

Konkrete Vorstellungen herrschen über den Faktor Boden. Über den Faktor Pflanze bzw. Pflanzenwurzel und die wechselseitigen Beziehungen, liegen bedauerlicherweise nur wenig Untersuchungen vor.

Zwei Hauptkomponenten sind für die Neuanlage von Rasenflächen bedeutsam: Textur des Bodens und Gehalt an organischer Substanz. Exakte Korngrößenanalysen sind für jedes größere Vorhaben unerlässlich. Dr. Franken erläuterte die Bedeutung der Kornfraktionen und veranschaulichte die Bedeutung der verhältnismäßigen Zueinanderordnungen, nach der die Einteilung der Bodenarten erfolgt.

Bodenreaktion und Puffung sind weitere zu beachtende Faktoren vor der Rasenansaat. Der optimale pH-Wert bei Rasen liegt zwischen pH 5,5 bis 6,5. Die Pufferung bestimmt die Widerstandskraft gegenüber Reaktionsänderungen und zwar nach beiden Richtungen. Die Bodenlebewesen reagieren empfindlich auf niedrige pH-Werte, aber auch auf Trockenheit und Staunässe. Auf ihre rege Tätigkeit sollte man immer bedacht sein, da von den verschiedensten Bodenorganismen die Zerkleinerung, die Durchmischung mit der Mineralsubstanz des Bodens und die Umsetzung des organischen Materials durchgeführt wird.

Der Gehalt des Bodens an organischer Substanz stellt keine konstante Größe dar. Es wird fortlaufend Substanz gebildet und wieder abgebaut. Unter eine Rasen-Neusaat wird in den ersten Jahren eine kontinuierliche Zunahme der organischen Substanz zu beobachten sein. Bei normalen Standortverhältnissen pendelt sich nach einiger Zeit ein Gleichgewicht zwischen Auf- und Abbau ein.

Wenn sich allerdings fortlaufend mehr ansammelt als abgebaut wird, dann deutet das auf eine ungünstige Entwicklung der gesamten biologischen Aktivität des Bodens hin.

Bei einer Rasen-Neusaat sollte der Boden bzw. der Bodenzustand die Gewähr dafür bieten, daß die in ihn eindringenden Gräserwurzeln ein möglichst großes Bodenvolumen mühelos erschließen können, und zwar in horizontaler wie vertikaler Richtung.

Die Beziehungen zwischen den physikalischen, chemischen und biologischen Bodeneigenschaften einerseits und dem Wurzelwachstum andererseits dürfen nicht einseitig gesehen

werden; hierbei handelt es sich um wechselseitige Beziehungen. Die verschiedenen Bodeneigenschaften können einmal das Wurzelwachstum fördern oder hemmen; zum anderen erfährt der Boden aber auch bestimmte Veränderungen unter dem Einfluß der Wurzeln.

Möglichkeiten der chemischen und physikalischen Bodenverbesserungen

— Dr. Büring, Handorf —

Die höchste Stufe des gärtnerischen Pflanzenbaues stellen die Intensiv-Kulturen unter Glas dar. Stark belastete Intensiv-Rasenflächen, wie zum Beispiel das Sportgrün, sind in ihren Ansprüchen mit den gärtnerischen Unterglas-Kulturen ebenso vergleichbar, wie in der zur Befriedigung dieser Ansprüche notwendigen Pflegeintensität.

Dr. Büring bezeichnet es als grotesk, daß man auch heute noch oft das spätere Schicksal von Rasenplätzen in die Hand von Erdbau-Firmen legt, die die Vorbereitung von Untergrund, Dränschicht und Rasentragschicht nach den Gesichtspunkten und mit den Maschinen vornehmen, die sich im Straßenbau bewährt haben. Welche Mittel stehen für die physikalische und chemische Bodenverbesserung bei Rasen zur Verfügung? Es ist heute noch immer allgemein und daher leider auch in Fachkreisen üblich, sich bei Fragen des Bodenaufbaus oder der Bodenverbesserung mit den Begriffen „Humus“ oder „Mutterboden“ zufriedenzugeben.

Dabei handelt es sich doch bei diesen nur um alte Schlagworte ohne für den Einzelfall definierten Inhalt.

Mit den von Dr. Büring angeführten praktischen Beispielen zur Bodenverbesserung, die aufgrund einer Bodenanalyse erfolgten, veranschaulichte er die wesentlichen Gesichtspunkte die chemisch und physikalisch auf die Bodenverbesserung Einfluß nehmen.

Im einzelnen geht es um die Optimierung der folgenden Wachstumsfaktoren im Boden: Wasser, Luft, Wärme, Sorptionskraft, Nährstoffvorrat, Wasser- und Nährstoffdynamik.

Diese Faktoren müssen beim Bau ingenieurmäßig geplant und durch die Wahl der Einsatzstoffe sowie zweckmäßige Arbeitsabwicklung beim Einbau optimal verwirklicht werden.

Maschinen für die Bodenverbesserung, Bodenvorbereitung und Rasenansaat

— F. Müller, Osnabrück —

Wie in jedem anderen Wirtschaftszweig ist auch im Garten- und Landschaftsbau der Maschineneinsatz unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zu betrachten. Jeder Einsatz von Baumaschinen bei der Vorbereitung und Anlage von Rasenflächen soll von den bautechnischen Anforderungen an diese Flächen ausgehen. Diese sind aber nur für Rasensportplätze als Norm eindeutig festgelegt, im DIN 18 035 Blt. 43. Die Norm sagt allerdings nur wenig darüber aus, welche Anforderungen an die verwendeten Baumaschinen zu stellen

Abb. 1: Hydrosaat an Böschungen, volltechnisiert



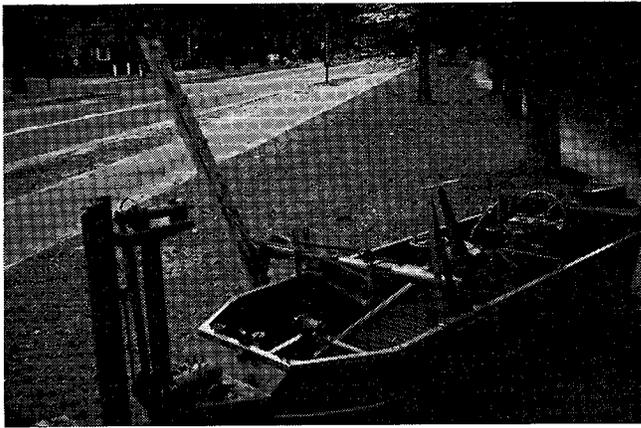


Abb. 2: Schwimmboot mit angebauten Mähaggregaten für Unterwassermähd

sind, ihre globalen Aussagen über die Beschaffenheit der zu erstellenden Schichten lassen in der Auswahl der Maschinen einen relativ großen Spielraum.

Ausgehend von den Arbeitsabläufen auf der Baustelle, gehören zu den Arbeitsgruppen folgende Maschinen: Planiermaschinen für das Grobplanum zu erstellen und das Räumen von Flächen; Dränmaschinen, Tieflöffelbagger, Radlader, Dumper für Strangdränung einzuziehen und um Dränagen aufzufüllen. Raupe mit Heckaufreißer, Schlepper mit zapfwellengetriebenem Gerät zur Tiefenlockerung. Schlepper mit entsprechenden Bodenbearbeitungsmaschinen für das Feinplanum. Vieler dieser Maschinen verursachen mehr oder weniger starke Bodenverdichtungen. Sie tun also das Gegenteil von dem was erreicht werden soll. Die im Garten- und Landschaftsbau verwendeten Bodenbearbeitungsgeräte sind üblicherweise robuster und schwerer als die normalen landwirtschaftlichen Schlepperanbaugeräte. Zu den wichtigsten Geräten zählen u. a. die Fräse, der Kultivator, die verschiedenen Eggenarten, wovon die Rüttelegge verstärkt Eingang findet. Unliebsame Staunässe ist häufig auf Bodenverdichtungen zurückzuführen, die mit wirksamen Tiefenlockerungsmaschinen beseitigt werden wie mit Heckaufreißern, Spatenmaschinen, Wippscharlockern, Hubschwenklockern usw.

Von Rasenbaumaschinen, deren Markt sich in den letzten Jahren unwesentlich geändert hat, kann man sprechen, wenn Spezialmaschinen gemeint sind, die in einem Arbeitsgang die notwendigen Arbeitsgänge ausführen.

Der Einsatz von kleinen Maschinen bei der Anlage und Pflege von Rasenflächen, muß gegenüber großen nicht immer unrentabel sein. Eine Kostenkalkulation hat die Tagungsteilnehmer davon überzeugt. Wobei gesagt werden muß, daß für den Betrieb eine Leistungskalkulation aussagekräftiger ist, als die Kostenkalkulation.

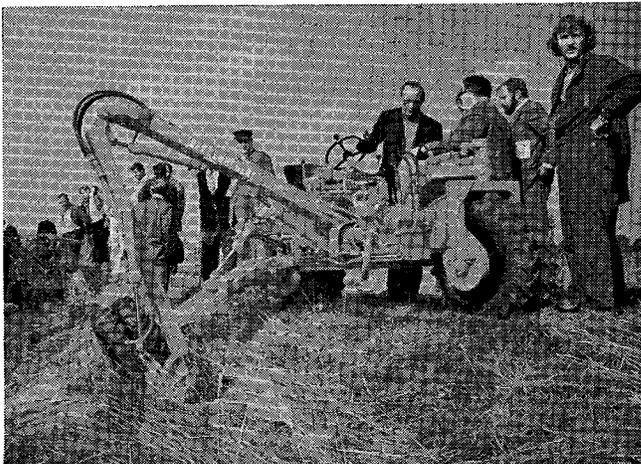


Abb. 3: Mähgerät für unzugängliche Standorte

Anspritzverfahren an Böschungen und schwierigen Standorten — H. Molzahn, Darmstadt —

Trockensaat bedingen sehr engen Kontakt zur Fläche. Der handsäende Mensch oder die Maschinenräder haben spurenlassenden Bodenkontakt. Die Trockensaat kann nicht auf allen Flächen angewendet werden, z. B. auf Hanglagen, steinig und felsigen Flächen oder sandigen Dünen. Ende der 50-er Jahre haben die Pioniere der „Humuslosen Begrünung“ Anspritzverfahren mit verschiedenen Mischkomponenten entwickelt. Damals waren sie auf einfachste Materialien wie Stallmist, Lehm usw. angewiesen. Heute stehen bei modernen Hydrosaatens etliche Neuentwicklungen des chemischen und biologischen Bereiches zur Verfügung. Diese Materialien lassen sich nach Wirkung und Einsatzgebiet in Gruppen zusammenfassen.

Die im Entwurf vorliegende DIN-Norm 18 918 faßt zusammen in Saatgut, Dünger, Kleber, Bodenverbesserungsstoffe und Mulchstoffe. Die Kombination verschiedener Materialien in etwa der angeführten Reihenfolge ergibt dann Verfahren für leichte bis schwierigste Standorte.

Allein in der Bundesrepublik sind mehr als 30 Firmen neben allgemeinen Landschaftsarbeiten mit Hydrosaatens beschäftigt. Einige wenige suchen hier ihren Hauptumsatz.

Hydrosaat mit dem Flugzeug wird sich in der BRD kaum durchsetzen, da hierfür die Großflächen fehlen, die weder mit LKW noch mit Raupenschlepper befahrbar sind. Lediglich um die technischen Möglichkeiten zu erläutern, verdeutlichte Molzahn ein Beispiel aus Kanada.

Düngung von Rasenflächen unter Berücksichtigung der Neusaaten

— Dr. Opitz von Boberfeld, Bonn —

Die Düngung von Rasenflächen ist abhängig von der gewünschten Funktion des Rasens sowie den zu erwartenden Auswirkungen auf den Pflanzenbestand, in Abhängigkeit der direkt oder indirekt entstehenden Kosten. Farbe, Homogenität, Narbendichte und Verunkrautung kennzeichnen die Auswirkung einer Düngergabe.

Je nachdem inwieweit der Nährstoffkreislauf geschlossen ist, kann man zwischen drei Düngungsstufen unterscheiden, und zwar zwischen Nährstoffausbeute, Nährstoffersatz und Nährstoffanreicherung.

An verschiedenen Orten gewonnene Versuchsergebnisse zeigen, daß der jährliche Bedarf hoch beanspruchter Zier- und Sportrasen, bei denen das Schnittgut weitgehend entfernt wird, an Stickstoff zwischen 25 und 35 g N/m² liegt. Bei den weniger stark beanspruchten Intensivrasen sind 10 bis 20 g N/m² erforderlich. Beobachtungen zeigen, daß man auch nicht wesentlich über diese angegebenen Werte bei der Düngung hinausgehen sollte, da vermutlich andernfalls mit Rückwirkungen auf die Durchwurzelungstiefe zu rechnen ist.

Es wurde angeführt, welche Nährelemente bei der Rasendüngung von besonderer Bedeutung sind, welche Funktionen von ihnen wahrgenommen werden und wie sich Mangelsymptome zeigen. Ferner wurde ein Überblick über die Eigenschaften, Einsatzmöglichkeiten und Preisdifferenzen der verschiedenen Rasendünger gegeben.

Maschinen und Geräte für die Pflege von Großflächen

— W. Stotz, Bübingen —

Stotz hatte in seinem Vortrag die wesentlichen Kriterien in Bezug auf die Pflegeprobleme und die Einsatztechnik herauskristallisiert. Durch die Einteilung in Maschinensysteme und die Qualifizierung typischer Maschinen ergaben sich Wertmerkmale, die beim Kauf von Maschinen Berücksichtigung finden müssen.

Die Pflege auf intensiv genutzten Grünflächen umfaßt neben einer regelmäßigen Düngung, eine gleichmäßige Schnittfolge. Dazu kommt die Unkrautbekämpfung und die Belüftung durch Aerifizieren sowie Entfilzen des Rasens durch Vertikutieren. Abhängig von der Nutzungsart und den Standortverhältnissen

wird die Praxis im Einzelfall zu Maschinen- und Gerätekombinationen finden.

Maschinen und Geräte für die Rasenpflege auf schwierigen Standorten

— W. Stotz, Bübingen —

Auf schwierigen Standorten ändern sich die Pflegeanforderungen. Aus Kostengründen wird man an Straßenrändern, Dünen und Deichen oder an Wasserstraßen usw. auf häufigen Schnitt verzichten und die Düngung entsprechend abstimmen. Die Pflegemaschinen müssen so gebaut sein, daß Flächenverunreinigungen durch Steine, Hölzer, Papier usw. keinesfalls qualitätsmindernd wirken. Im Einsatzbereich dieser Maschinen wird dem Balken- und Schlägelmäher erhebliche Bedeutung beigemessen. Probleme ergeben sich durch überhöhte Hanglagen, die mit konventionellen Maschinen nicht befahrbar sind. Einige wenige Firmen haben Spezialfahrzeuge mit breitem Radstand und tiefem Schwerpunkt konstruiert. Kombinationsgeräte, die auf Antrieb durch einen Schlepper angewiesen sind, arbeiten nach dem Prinzip des Auslegearmes. Durch hydraulische Steuerung erfolgt die Mähanpassung an Böschungen. Der ebenfalls hydraulische Antrieb erfordert wenig aufwendige Umlenkhebel für die Kraftübertragung und gibt den Geräten ein geringes Eigengewicht. Die verschiedenen pneumatischen oder mechanischen Systeme für die Schnittgutbeseitigung gewährleisten eine befriedigende Leistung auf fast allen Lagen.

Die Reinigung und Pflege von kleinen Kanälen und Wassergräben wird durch verschiedene Spezialkonstruktionen vereinfacht. Der Grünschnitt unter Wasser ist technisch durch den Anbau von Mähbalken an Boote gesichert. Die Anschaffung dieser auf Grund ihrer Konstruktion teuren Maschinen wird erst dann rentabel, wenn für diese Tätigkeit keine oder zu wenig Arbeitskräfte zur Verfügung stehen.

Beregnung von Rasenflächen, Trockenschäden 1973

— H. Kolbe, Calw —

Wenn Großflächen und Sportanlagen unter großem Aufwand nach neuesten Methoden geplant, gebaut und gepflegt werden sollen, so ist dies nicht nur eine Sache der Bodenvorbereitung, des Saatgutes oder des Maschineneinsatzes. Eine der wesentlichsten Grundvoraussetzungen für einen Erfolg aller dieser Bemühungen ist das Vorhandensein von Wasser.

Die Notwendigkeit, das Wasser dann zur Verfügung zu haben, wenn ein optimales Wachstum erforderlich ist, zwingt uns dazu, vom Wetter unabhängig zu werden.

Die künstliche Beregnung gewinnt insbesondere Bedeutung auf stark strapazierten Flächen wie Sportanlagen oder Spiel- und Liegewiesen in Freibädern.

Unter Beregnung versteht man die regenartig feine Verteilung des in Druckrohrleitungen auf die zu bewässernde Fläche geförderten Wasser durch feststehende oder rotierende Düsen. Kolbe erläuterte im Detail die Elemente einer Beregnungsanlage, und zwar Geräte für die Verteilung des Wassers, die Zuleitung zu den Regnern, die Absperr- und Steuerorgane und zum Schluß den Anschluß an das Netz bzw. an die Pumpen. Zur Planung der Beregnungsanlagen, und zwar für Parks, Freibäder aber auch Hausgärten gab Kolbe wertvolle Hinweise. Zuletzt machte er Ausführungen zur Inbetriebnahme verschiedener Gesamtanlagen sowie zur Wartung und Pflege.

Mechanische und chemische Unkrautbekämpfung bei Neuansaat und älteren Rasenflächen

— Prof. Dr. Boeker, Bonn —

In Abhängigkeit der vorherrschenden oder gewünschten Pflanzengesellschaft ist die Bestimmung der Ungräser und Unkräuter für eine wirksame Unkrautbekämpfung die erste und wichtigste Maßnahme. Man muß sich Kenntnis über die Ursache der Verunkrautung verschaffen, die in mangelhafter Düngung, Wässerung oder einem lückigen Bestand usw. begründet sein kann. Bei Neuansaat ist die Gefahr gegeben, daß im sogenannten Mutterboden zwischen 10 000 und 50 000 Unkrautsamen pro Quadratmeter vorhanden sind. Unkrautbekämpfung muß nicht immer auf chemischer Basis beruhen. Durch vorbeugende Maßnahmen kann oft auf den Einsatz von chemischen Präparaten verzichtet werden.

Unter anderem versteht man darunter gut bearbeitete Böden, die Auswahl guter Mischungen, die sich durch schnelle Narbenausbildung auszeichnen, Sauberhaltung von Pflegegeräten und so weiter. Eine ausreichende Anfangsdüngung fördert die Bestockung ebenso die hinreichende Wasserversorgung und damit die Unkrautverdrängung. Zu den vorbeugenden Maßnahmen zählt auch die fachgerechte Pflege, wie Schnitthöhe, Schnitthäufigkeit sowie die Nachsaat und die Ausbesserung verletzter Flächen.

Die Bekämpfung verunkrauteter Flächen kann mechanisch bzw. chemisch erfolgen. So sind Knautgras und andere hochwachsende Gräser schnittempfindlich. Rosettige Pflanzen bleiben bei öfterem Vertikutieren aus dem Bestand. In den häufigsten Fällen ändert sich durch eine den Anforderungen entsprechende Düngung die Pflanzengesellschaft zum Positiven. Erst dann, wenn vorbeugende Maßnahmen und mechanische Bekämpfung in ihrer Wirkung unbefriedigend bleiben, muß durch Einsatz chemischer Präparate, deren Wirkung von Prof. Dr. Boeker verdeutlicht wurde, das Unkraut vernichtet werden.

Wuchshemmung bei Rasengräsern

— Prof. Dr. Boeker, Bonn —

Wuchshemmung auf Rasenflächen ist auf besonders schwierigen Standorten bei denen mechanische Einsätze erhebliche Kosten verursachen von Bedeutung. Dabei wird von der Pflanze ein unbiologisches Verhalten erwartet. Die richtige Auswahl der Sorten und eine ideale Zusammenstellung von Mischungen sowie eine genau dosierte Düngung bieten in vielen Fällen den gewünschten Effekt der extensiven Pflege bei einer noch grünen Rasenfläche.

Der Einsatz chemischer Mittel geschieht mit der Absicht, die Zellteilung für eine gewisse Zeit zu unterbrechen. Die Hemmung der Internodienstreckung wie sie bei Getreide Anwendung findet, ist bei Rasengräsern weitgehend unbefriedigend. Die zwei bekanntesten Mittel sind Maleinsäure-Hydrazid (MH) und Clorfluronol (CF). Wirkt MH besonders gut auf einkeimblättrige Pflanzen und weniger auf zweikeimblättrige, so ist die Wirkung bei CF genau umgekehrt. Diese Erkenntnis hat zu einer Kombination beider Präparate bei der praktischen Anwendung geführt. Dem Umschichtungseffekt zu einer positiven Zusammensetzung der Pflanzenbestände steht eine negative Farbbeeinflussung der Gräser insbesondere der hochwachsenden Gräser entgegen.

Wuchshemmung bringt die Gefahr der Narbenverfilzung mit sich. In der Praxis muß vor dem Einsatz chemischer Präparate älterer sowie neuerer Art nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten geprüft werden, welche Form der Pflegearbeiten zu bevorzugen ist.



**organisch
und natürlich
auch mineralisch
ist Volldüngung
richtig.**

Organische Dünger
bringen Humus.
Im Humus ist
Pflanzennahrung
gelöst in Wasser.

Organisch ist Leben!
Deshalb zuerst nur
organisch düngen!

KAMA-ORGAMIN

für alle Pflanzen

KAMA-SANGUANO

für schöne Rasen

KAMA-ORGANO

als Dauerhumus

zur organ. Grunddüngung

Kama-ORGAN-Dünger

helfen Dünger sparen

Information und

Liefernachweis durch



Horn- u. Düngerindustrie
KAMA-WERK
Karl Mahle & Co.
71 Heilbronn · Postf. 725

Jetzt

**Informationen
über Rasen,
Fertigrasen und
Erosionsschutz-
Matten
anfordern!**

**rasen
düsing
74**

Düsing, 465 G.-Horst
Essener Straße 39
Postf. 6, Tel. 50045, FS 824618

FACHSCHRIFTENREIHE DER SAATGUT-WIRTSCHAFT

Heft Nr. 7 Ernst Schmidt

„Blumen- und Zierpflanzenfibel“

Kornzahlen, Saatgutbedarf, Kulturhinweise und Verwendungsmöglichkeiten von über 350 Topfpflanzen, Stauden und Sommerblumen. Interessant und notwendig für jeden Samenfachmann, ebenso für alle Berufs- und Liebhabergärtner.
Umfang 76 Seiten und Kartonumschlag,
Preis DM 11,80.

Heft Nr. 6 Prof. Dr. E. Lowig

„Es geht um das Saatgut“

Eine Sammlung der wichtigsten Veröffentlichungen aus verschiedenen wissenschaftlichen und praktischen Zeitschriften, die das Thema „Saatgutlagerung und Saatgutverpackung“ behandeln. Die Ausführungen sind als Manuskript gedruckt und mit zahlreichen Tabellen und Abbildungen versehen.
Preis DM 12,80.

Heft Nr. 4 H. Mohr

„Erfolgreich verkaufen im Samen- fachhandel“

48 Seiten, DM 4,80.

In moderner Sprache gibt der Verfasser viele Anregungen und Tips für Verkaufsschulung, Organisation und Technik. „Erfolgreich verkaufen im Samenfachhandel“ ist für jeden Samenkaufmann nützlich.

Heft Nr. 2 Dr. Rudolf Walther

„Gattungsnamen unserer Gemüsearten und Gewürzkräuter“

48 Seiten, DM 2,80.

Heft Nr. 3 E. Schmidt

„Blumenzwiebeln und Knollengewächse, die im Herbst gepflanzt werden müssen“

36 Seiten, DM 3,50.

Alle Hefte dieser Schriftenreihe gehören in Ihre Fachbibliothek.

HORTUS VERLAG GMBH

**53 Bonn-Bad Godesberg 1 - Rheinallee 4 b
Telefon (0 22 21) 35 30 30**

Tiroler Grünflächen- und Landschaftstagung

Rinn bei Innsbruck, 28./29. 5. 1974

Am 28. und 29. Mai 1974 fand in der Landesanstalt für Samenprüfung und Pflanzenzucht Rinn bei Innsbruck eine Grünflächen- und Landschaftstagung statt. Dort ist unter der Leitung des Direktors der Landesanstalt, Dipl.-Ing. L. KÖCK, in konsequenter Erweiterung und Weiterentwicklung zweier Arbeitsgebiete, der Samenprüfung und der Grünlandwirtschaft, in den letzten Jahren ein umfangreiches und inzwischen ergebnisträchtiges Rasenversuchsprogramm aufgebaut worden. Ausgangspunkt dieser neuen Arbeitsrichtung war die Beteiligung an ökologischen Versuchsreihen des Fachgebiets Rasenforschung der Justus Liebig-Universität Gießen. Im Mittelpunkt des Versuchsprogramms auf dem Gebiet der Rasen und Begrünungen stehen Sorten-, Mischungs- und Düngungsfragen, Probleme des Einsatzes von Fungiziden und Wuchshemmstoffen, des Bodenaufbaues, der Regeneration devastierter Skipistenbegrünungen sowie solche Vorhaben, die die Klärung ökologischer und physiologischer Aspekte zum Inhalt haben.

Ziel der stattgefundenen Veranstaltung war die Information der Fachöffentlichkeit über dieses neue Arbeitsgebiet und seine Einordnung in den Bezugsrahmen des Grünflächen- und Landschaftsbaues. In dieser Hinsicht war die Mitwirkung des weit über die Grenzen Österreichs bekannten Ingenieurbiologen Dr. H. M. SCHIECHTL von besonderem Wert.

Die Grünflächen- und Landschaftstagung wurde von Hofrat O. WIDNER vom Amt der Tiroler Landesregierung eröffnet. Es folgten die in diesem Heft publizierten Vorträge zu folgenden Themen:

- W. SKIRDE, Gießen: Rasen im Grünflächen- und Landschaftsbau
- L. KÖCK, Rinn: Versuchsergebnisse über Rasengräsersorten und -mischungen im alpinen Raum
- H. M. SCHIECHTL, Innsbruck: Rasen als Baustoff für Sicherungsarbeiten im alpinen Landschaftsbau.

Der Abrundung dieser Thematik diene ein Überblick über die Grünraumgestaltung im Raume Innsbruck durch den Leiter der Gartenabteilung der Stadt Innsbruck, Ing. E. FALCH.

An die Vortragstagung schloß sich eine Besichtigung von Rasenversuchen der gastgebenden Anstalt auf dem Anstaltsgelände sowie auf dem im Bau befindlichen benachbarten Golfplatz Innsbruck-Rinn an. Weitere Besichtigungsobjekte im Rahmen einer Exkursion unter Leitung von H. M. SCHIECHTL, L. KÖCK und E. FALCH waren das Tivoli-Stadion in Innsbruck, dessen Rasenspielfläche umgebaut werden soll, Böschungssicherungen durch Begrünung an der Brenner-Autobahn, Wildbachverbauung am Geroldsgraben, Skipistenbegrünung im Axamer Lizum sowie ein Bodenaufbauversuch im Olympischen Dorf von Innsbruck und Freizeitsporteinrichtungen in Innsbruck-Kranewitten.

An der Veranstaltung nahmen 38 Vertreter von Straßenbauämtern, Forstinspektionen, Landeslehranstalten sowie der Landeslandwirtschaftskammer, von Gartenbauämtern, dem Saatguthandel, dem Kuratorium „Schöneres Tirol“ sowie von Begrünungsfirmen teil.

W. Skirde, Gießen



Zu den Bildern von rechts oben nach rechts unten:

Abb. 1: Landesanstalt für Samenprüfung und Pflanzenzucht in Rinn bei Innsbruck; im Hintergrund die Nordkette.

Abb. 2: Versuch mit Schnittzeiten und Wuchshemmstoffen vor dem Anstaltsgebäude in Rinn.

Abb. 3: Rasenspielfläche des Tivoli-Stadions in Innsbruck.

Abb. 4: Böschungseinschnitt an der Brenner-Autobahn; -im Hintergrund die Europabrücke.

I. Begriffsbestimmung und Funktionen

Ein natürlicher Grünraum, wie ihn das Land Tirol in besonders reizvoller Weise darstellt, bietet für das Thema „Rasen im Grünflächen- und Landschaftsbau“ scheinbar wenig Ansatzpunkte.

Die zivilisationsbedingten Eingriffe in das Gefüge der Landschaft werden in einem natürlichen Grünraum stärker verdeckt als dies in industriellen Ballungsräumen und ausgedehnten Siedlungsbereichen geschehen kann. Näher betrachtet aber wirken alle Bau- und Abbaumaßnahmen störender in das Bild eines natürlichen Grünraumes ein, dessen Erholungswert oft die entscheidende Dimension im Rahmen der Mehrfachnutzung der Landschaft ausmacht.

Insofern gewinnt das Thema „Rasen im Grünflächen- und Landschaftsbau“ auch für den natürlichen Grünraum – und zwar zunehmend – an Aktualität.

Unter **Rasen** im Sinne des Grünflächen-, Landschafts- und Sportplatzbaues wird – in Anlehnung an die Fachnorm DIN 18 917 „Landschaftsbau – Rasen“ – eine dichte, ausdauernde, fest mit der Vegetationsschicht verbundene Pflanzendecke verstanden, die überwiegend aus Gräsern besteht und in der Regel keiner landwirtschaftlichen Nutzung unterliegt.

Diese Definition stellt 4 Merkmale in den Vordergrund:

1. die Dichte der Pflanzendecke
2. ihre Ausdauerfähigkeit
3. eine feste Wurzel- und Ausläuferverzahnung
4. die botanische Dominanz

und sie nimmt ferner eine Abgrenzung des Verwendungszweckes vor. Dieser kann, wie bei der Eingrünung brachfallender Flächen oder bei der Begrünung im Skipisten-, Deich- und Wegebau sekundär durchaus landwirtschaftlicher Natur sein, primär liegt jedoch eine andere, sicherungstechnische Zweckbestimmung vor.

Historisch gesehen handelt es sich bei Rasen bekanntlich um ein altes Mittel der Umweltgestaltung, das sowohl als Bestandteil von Grün- und Sportflächen als auch von Begrünungen in der freien Landschaft gleichzeitig als Baustoff fungiert. Seine umweltgestalterische Aufgabe besteht bei allen Maßnahmen

- des Baues
- des Abbaues von Bodenschätzen – und
- der Aufschüttung bzw. Ablagerung

darin, geschädigte Flächen und Landschaftsteile durch Wiederherstellen einer Vegetationsdecke in den Verband einer geordneten Landschaft zurückzuführen. Zwei Zahlen mögen dies verdeutlichen:

1. der jährliche Bedarf an Flächen für Wohnungsbau, Industrie und Verkehr beträgt in der BRD rd. 50 000 ha;
2. im Lande Hessen wurden im Jahre 1971 Landschaftsschäden durch Steinbrüche, Kies-, Sand- und Lehmgruben, Braunkohleabbau, Müllplätze, Abfallkippen und sonstige Aufschüttungen im Flächenumfang von etwa 10 000 ha festgestellt.

Als lebender Baustoff dient Rasen als die billigere und rascher sowie flächenmäßig wirksame Komponente einer Dauerbegrünung

einmal dem Schutz des Bodens und der Hangsicherung, indem er durch sein mehrfach geschichtetes Blattdach zunächst die unmittelbare Einwirkung bodenstörender oder bodenzerstörender

der Einflüsse wie Starkregen und Wind abschwächt sowie durch Wurzelverzahnung zur Bodenfestlegung beiträgt, **zum anderen** stellt er bei Grünflächen und Rasensportplätzen die oberste Aufbauschicht der Baumaßnahme dar, die sportfunktionell als Spielfeldbelag fungiert und als „Verschleißschicht“ mit der Deckschicht von Hartflächen zu vergleichen ist.

Demzufolge handelt es sich bei Grünflächen und Rasensportplätzen um biologisch, d.h. rasengebundene Flächen, die ohne eine Rasendecke bei gleicher Bauweise und Baustoffverwendung weder gleich umweltwirksam noch entsprechend nutzbar wären.

Und wenn Rasen der Gestaltung der natürlichen Umwelt sowie insbesondere bei Maßnahmen der Kultivierung und Rekultivierung landschaftsgestörter Flächen dem Bodenschutz und der Hangsicherung dient, dann wird dadurch gleichzeitig seine Bedeutung als Faktor des Umweltschutzes sichtbar, der im Siedlungsraum infolge seiner Flächenbezogenheit auch Aufgaben der Lüfterneuerung, der Staubbindung und des mikroklimatischen Ausgleichs zu erfüllen hat.

II. Verbreitung und Formen

Von wirtschaftlichem Interesse dürften die folgenden Angaben sein, von denen sich Hinweise auf Pflegeaufwand, Material- und Maschineneinsatz einschließlich Dünger, Chemikalien, Baustoffe und Zuschlagstoffe sowie auf Kostenfragen ableiten lassen:

1. Der Umfang an Sport- und Grünflächen, der überwiegend auf Rasenflächen entfällt, umfaßt in der Bundesrepublik Deutschland gegenwärtig etwa
 - 210 000 ha an Sport-, Flug- und Übungsplätzen
 - 100 000 ha an Park- und Grünanlagen
 - 60 000 ha an privaten Rasenflächen.
2. Das Straßennetz der Bundesrepublik besteht etwa aus
 - 5 000 km an Autobahnen – und
 - 395 000 km an Bundes-, Land-, Kreis- und Gemeindestraßen, wobei je km Straße mit 1 bis 2 ha an Berausungsfläche zu rechnen ist.
3. Der Bedarf an Freizeittflächen betrug in der BRD 1970 rund 650 000 ha, er wird für 1980 auf etwa 1 600 000 ha geschätzt.
4. Rund dreiviertel des in der Bundesrepublik Deutschland gehandelten Grassaatgutes fließt in den nichtlandwirtschaftlichen Verwendungsbereich und dient damit der Anlage von Rasenflächen und Begrünungen im Landschafts-, Sportplatz- und Wasserbau.
5. Der Bau einer Rasensportfläche im Regelfall von etwa 7500 m² verursacht im Normalfall, d.h. wenn keine größeren Erdarbeiten bei der Herstellung des Baugrundes eintreten, Baukosten in Höhe von 150 000,- bis 250 000,- DM.

Nun handelt es sich bei dem Begriff „Rasen“ um einen Sammelbegriff, der bei Laien zwar eine Assoziation zu Gras, nicht aber eine Vorstellung von der Vielfalt an Formen, Varianten und Verwendungsbereichen hervorruft, wie sie aus der folgenden beispielhaften Aufzählung hervorgeht. Danach kann man u.a. zwischen Bezeichnungen, Erscheinungsformen und Einsatzgebieten wie

- Zierrasen
- Gartenrasen
- Parkrasen und/oder Gebrauchsrasen im öffentlichen Grün
- Spielflächen, Liegewiesen

- Sportfeldrasen für Fußball
Handball
Hockey
- Golfplätzen mit Greens, Abschlägen, Fairways u. Begleitgrün
- Rasen für Pferderennbahnen
- Parkplatzrasen, Schotterrasen
- Rasen für Campingplätze
- Fahrgassen
- Dachgartenrasen
- Böschungsrassen
- Rasen für Ödlandbegrünung
- Rasen zur Deichbegrünung mit Differenzierung in Deichfuß und Deichböschung
- Flutrasen für Wasserwechselzonen

unterscheiden, die durch Resistenzformen wie

- trockenheitsverträglicher Rasen
- Schattenrasen
- immissionsfester Rasen
- salztoleranter Rasen

noch zu ergänzen sind. Ferner ist die Produktionsform „Fertigrasen“ zu erwähnen.

III. Rasengräser und Rasenzuchtsorten
Rasen im Sinne des Grünflächen-, Landschafts- und Sportplatzbaues besteht, der Eingangsdefinition entsprechend, überwiegend und weltweit aus Gräsern. Die Ursache dieses Tatbestandes dürfte im wesentlichen in 4 Gründen zu suchen sein:

1. in der Fähigkeit der Gräser, in einer größeren Artenzahl eine dichte, schnitt- und trittverträgliche Narbe zu bilden und sie dauerhaft zu erhalten;
2. in der Förderung des Grasanteils insbesondere durch Feuchtigkeit und Stickstoffdüngung sowie Schnitt;
3. in dem Vorhandensein von Zuchtsorten über die üblichen Arten, Unterarten und Formen hinaus – und
4. in einer mehr oder minder sicheren Saatgutversorgung aufgrund einer inzwischen perfektionierten Vermehrungstechnik.

Als Rasengräser können jedoch nur solche Grasarten bezeichnet werden, die aufgrund intensiver Bestockung, d. h. Bildung von Blattrrieben, bei möglichst planophiler Wuchsform imstande sind, eine dichte Rasennarbe zu bilden und darüber hinaus über folgende Eigenschaften verfügen:

- Schnittverträglichkeit
- Ausdauerfähigkeit
- Regenerations- und Bewurzelungsintensität
- Konkurrenzkraft
- Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge.

Weitere wichtige Eigenschaften, insbesondere solche rasenspezifischer Natur sind:

- Ansprechende Farbe im Sommer und Winter (Dormanz!)
- Mechanische Belastbarkeit
- Trockenheitsresistenz
- Geringe Halmzahl und geringe Halmlänge
- Salztoleranz.

Von der Vielzahl der im gemäßigten Klimaraum vorhandenen Grasarten verdienen die meisten die Bezeichnung „Rasengras“ jedoch nicht, da es ihnen an wichtigen Raseneigenschaften fehlt.

Nach Raseneignung könnte man vielmehr folgende Einteilung in Artengruppen vornehmen:

1. in **potentielle Rasengräser** – das sind diejenigen Arten, die von sich aus, ohne züchterisches Zutun, also in Wildformen und in einem breiten Formenkreis imstande sind, eine dichte, dauerhafte und schnittverträgliche Rasennarbe zu bilden. Hierzu gehören:

Festuca ovina ovina	– Schafschwingel
Festuca ovina tenuifolia	– Feinschwingel
Festuca ovina duriuscula	– Hartschwingel
Festuca rubra commutata	– Horst-Rotschwingel
Agrostis tenuis	– Rotes Straußgras
Agrostis stolonifera	– Flechtstraußgras
Agrostis canina canina	– Hundsstraußgras
Agrostis canina arida	– Heidestraußgras
Cynosurus cristatus	– Kammgras

- | | |
|---------------|-----------------------------------|
| Poa annua | – Einjährige Rispe) überw. Un- |
| Poa trivialis | – Gemeine Rispe) gräser in Rasen |

2. in **Grasarten mit rasentauglichen Formen und Typen**, die eine züchterische Bearbeitung rechtfertigen. Hierzu gehören die bedeutenden Arten

- | | |
|----------------------|-------------------------------------|
| Poa pratensis | – Wiesenrispe |
| Festuca rubra rubra | – Ausläufer-Rotschwingel |
| Phleum pratense | – Wiesenlieschgras (Timothe) |
| Phleum nodosum | – Kleines Timothe |
| Lolium perenne | – Deutsches Weidelgras |
| (Trisetum flavescens | – Goldhafer, evtl. für Höhenlagen). |

Diese Arten umfassen, mit Ausnahme von Phleum nodosum, alle Rasen- und Futtersorten bzw. Weide- und Heutypen, so daß die Sorten innerhalb jeder Art streng nach Verwendungszweck zu trennen sind.

3. in **für Rasen grundsätzlich ungeeignete bzw. züchterisch noch nicht auf Raseneigenschaften selektierte** hochwachsende, stengelreiche, massenwüchsige **Gräser**. Dies sind beispielsweise:

- Alle Heutypen der Gruppe 2:
- | | |
|------------------------|--------------------------|
| Alopecurus pratensis | – Wiesenfuchsschwanz |
| Arrhenatherum elatius | – Glatthafer |
| Agropyron repens | – Quecke |
| Dactylis glomerata | – Knautgras |
| Deschampsia caespitosa | – Rasenschmiele |
| Festuca arundinacea | – Rohrschwingel |
| Festuca pratensis | – Wiesenschwingel |
| Holcus lanatus | – Wolliges Honiggras |
| Lolium multiflorum | – Welsches Weidelgras |
| Lolium italicum | – Einjähriges Weidelgras |
| Phalaris arundinacea | – Rohrglanzgras |
- u.v.a.m.

Einzelne dieser Gräser kommen u. U. für Sonderfälle, z. B. im Wasserbau, in Betracht, bei anderen könnte sich die züchterische Bearbeitung zu einem Rasengras lohnen.

Nach dieser Gruppierung ist mit dem Begriff „Rasengras“ gleichzeitig der Begriff „Rasenzuchtsorte“ verbunden. – Bei einer Rasenzuchtsorte handelt es sich um eine züchterisch geschaffene möglichst typenreine Pflanzenserie einer Grasart, die sich durch bestimmte Raseneigenschaften auszeichnet und von anderen Zuchtsorten der gleichen Art unterscheidet. Die wesentlichsten Raseneigenschaften dieser Sorten werden in einzelnen europäischen Ländern, z. B. in Belgien, den Niederlanden und in der BRD durch offizielle Prüfungen mit daraus resultierenden Sortenbeschreibungen nachgewiesen.

Überblickt man allerdings den internationalen Saatgutmarkt, so wird ein Mißverhältnis insofern erkennbar, als weitaus mehr rasenuntaugliche Gräser und Sorten für Rasensaatungen als spezielle Rasenzuchtsorten mit besonderen Raseneigenschaften vertrieben werden –, und dies, obwohl bei den wichtigsten Gräsern inzwischen eine stattliche Zahl an Rasenzuchtsorten vorliegt. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, durch gezielte Nachfrage nach bereits bewährten Sorten, insbesondere nach erwiesenen Spitzensorten, eine zügige Umorientierung der Saatgutproduktion zu stimulieren. Denn die Sorte repräsentiert die Qualität der Grasart in der Ansaatmischung und ist damit für die Bestandsausbildung bzw. den Wert oder Unwert verantwortlich. Von ihr hängt die Realisierung des vorgesehenen Verwendungszweckes ab und sie bestimmt auch die ökologische Streubreite einer Aussaat. Hierfür 3 Beispiele:

1. Zwischen den Sorten einer Art bestehen nicht nur beträchtliche Abweichungen in Rasenfarbe, Blattbreite, Krankheitsanfälligkeit, Zuwachsrates oder im Zeitpunkt des Ergrünnens, sondern auch in der Konkurrenzfähigkeit gegenüber anderen Mischungspartnern. Bei Versuchen mit 10 Sorten von Poa pratensis und Festuca rubra in Mischungen wurden – an verschiedenen Standorten übereinstimmend – Bestandsanteile von etwa 50 % (Sydsport, Merion) bis 10 % (Barones, Arista) bei Poa pratensis und von etwa 30 % (Koket, Oase) bis 10 % (Golfrood, Novorubra) bei Festuca rubra festgestellt. Beide Grasarten unterscheiden sich u. a. in ihrer mechanischen Belastbarkeit. Während Poa pratensis zu unseren strapazierfähigsten Gräsern zählt, ist Festuca

rubra aber nur mäßig trittfest. Würde ein belastbarer Gebrauchs- oder Spielrasen nun auf der Grundlage einer konkurrenzstarken Sorte von *Poa pratensis* in der Mischung angesät werden, z. B. mit Merion oder Sydsport, dann wäre im späteren Verlauf der Rasenentwicklung auch eine belastbare Narbe mit Dominanz an *Poa pratensis* zu erwarten. Konkurrenzschwache Sorten von *Poa pratensis* ermöglichen dagegen eine Dominanzbildung anderer Mischungspartner und erfüllen damit den Ansatzzweck eines belastbaren Rasens nicht, zumal der Narbenanteil der einen Art gleichzeitig von der Sortenqualität der anderen Arten abhängt.

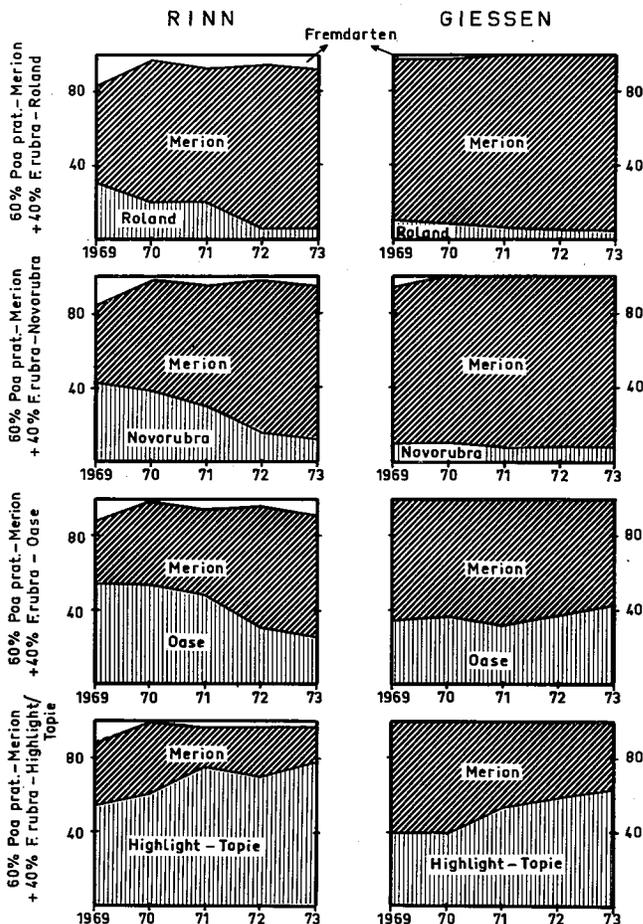
2. Bei einem in Rinn und Gießen durchgeführten ökologischen Parallelversuch mit 4 Sorten von *Festuca rubra* im Gemisch mit *Poa pratensis* traten gleichartige Ergebnisse ein:

den geringsten Narbenanteil erreichte an beiden Standorten die ausläufertreibende Futtersorte Roland, gefolgt von der ausläufertreibenden Rasensorte Novorubra und der kurzausläufertreibenden Rasenzuchtsorte Oase, während die Sorte Highlight-Topie von *Festuca rubra*-horstbildend den weitaus größten Bestandsanteil einnahm und ihn im Gegensatz zu den anderen Sorten im Versuchsverlauf noch steigerte. Der Gesamtanteil an *Festuca rubra* lag in Rinn jedoch stets höher, er wurde in Gießen bei einer Teilersie mit Stollenbelastung stark reduziert (Darst. 1). Stickstoffdüngung, Schnitthöhe und Schnitzzahl waren bei beiden Standorten etwa gleich. Abweichungen ergaben sich aus ökologischen Unterschieden.

3. Bei Begrünungsversuchen an der BAB Kassel-Dortmund kamen u. a. 2 Mischungen folgender Zusammensetzung zur Aussaat:

MA	MB
25 % <i>Festuca rubra</i> rubra-Roland	25 % <i>F. rubra</i> rubra-Oase
15 % <i>F. rubra</i> commutata-Handelss.	25 % <i>F. rubra</i> commutata-Barfalla

Darst. 1: Anteile versch. Sorten von *Festuca rubra* in der Rasennarbe



15 % <i>F. ovina</i> tenuifolia-Handelss.	15 % <i>F. ovina</i> tenuifolia-Novina
15 % <i>F. ovina</i> duriuscula-Mecklb.	15 % <i>F. ovina</i> duriuscula-Biljart
20 % <i>Poa pratensis</i> -Apoll	20 % <i>Poa pratensis</i> -Merion
10 % <i>Agrostis</i> -Highland Bent	10 % <i>Agrostis</i> -Holfior

Der substantielle Unterschied beider nach Artenanteilen gleichen Ansaatmischungen besteht einerseits in der Verwendung eines typischen Ausläufer-Rotschwingels mit 56 Chromosomen in der Mischung MA und eines kurzausläufertreibenden Rotschwingels mit 42 Chromosomen in der Mischung MB, andererseits in der Verwendung von *Agrostis*-Highland Bent bei MA gegenüber *Agrostis* tenuis-Holfior bei MB.

Der Anteil von 10 Gew.-% an *Agrostis* in einer Standardmischung sollte auf einem an sich trockenen Standort eine Konkurrenzbarriere gegen das Eindringen hochwachsender Fremdartarten auf der durch Hochwald begrenzten Nordböschung (1 : 2) darstellen.

Im Verlaufe einer 2jährigen Entwicklung hat sich aus den artenmäßig gleichen Ansaatmischungen ein grundverschiedenes Bestandsbild eingestellt. Es wird bei MA durch einen Anteil von rund 75 % an *Festuca rubra* und 10 % an *Agrostis*-Highland Bent bestimmt, während sich der Begrünungsbestand von MB zu etwa 70 % aus *Agrostis* tenuis-Holfior und nur zu etwa 15 % aus *Festuca rubra* zusammensetzt.

IV. Ansaatmischungen und Bestandsreaktion

Mischungen dienen dem Risikoausgleich. Sie sind in Europa mit den auf engem Raum herrschenden größeren Standorts- und Verwendungsunterschieden üblich, wie es das Beispiel USA zeigt, aber keineswegs immer zwingend. Denn dort werden, unter der Voraussetzung wertvoller Rasenzuchtsorten, weniger Mischungen als „blends“, das sind verschiedene Sorten einer Art, verwendet, um eine größere genetische Breite zu erlangen.

Bei uns steht die Frage „Artenmischung oder Monokultur“ gegenwärtig nicht zur Diskussion, wohl aber die konzentriert funktionsbezogene Zusammensetzung der Rasenansaaten auf einen begrenzten Kreis von Grasarten, mit der die gewünschte, der Funktion des Rasens entsprechende botanische Narbenqualität vorwegbestimmt werden soll. Dies ist notwendig, um anfänglich starke Dominanzbildungen massewüchsiger, aber nicht persistenter Arten auszuschließen, die die Entwicklung der rasenbildenden Pflanzen beeinträchtigen und im extrem zu ungewollten Bestandsumschichtungen führen.

Dieser Weg, der in der Bundesrepublik inzwischen mit den Fachnormen DIN 18 917 „Landschaftsbau – Rasen“ und DIN 18 035 – 4 „Sportplätze – Rasenflächen“ (Entwurf) beschränkt wurde, ist allerdings an 5 Grundvoraussetzungen gebunden:

- a) daß eine funktionelle Gliederung der Vielzahl an Rasenformen und Varianten in Rasentypen vorausgeht, wobei in den genannten Normen die Rasentypen

- Gebrauchsrasen
- Spielrasen
- Sportfeldrasen
- Parkplatzrasen
- Zierrasen – und
- Landschaftsrassen

unterschieden und beschrieben sowie mit Regel-Saatgutmischungen versehen werden;

- b) daß die funktionsbezogenen Ansaatmischungen interspezifisch, d. h. im Grasartenverhältnis ausgewogen zusammengestellt werden, um die verschiedene Kornzahl der Gräser, ihre verschiedene Keimdauer, die stark abweichende Auflauftrate, das verschiedene Wuchsverhalten nach Aufgang und das spätere unterschiedliche Konkurrenzverhalten auszubalancieren;

- c) daß eine Gleichwertigkeit der Mischungen durch gute genetische Ausstattung in Gestalt wertvoller Rasenzuchtsorten hergestellt wird;

d) daß das Saatgut ferner eine hohe biologisch-technische Qualität in Reinheit, Keimfähigkeit und Fremdartenbesatz besitzt — und

e) daß der Verwendung hochwertigen Saatgutes in einer funktionell abgestimmten Saatgutmischung auch eine sachgerechte Fertigstellungs- und Erhaltungspflege folgt.

Die entscheidende Grundvoraussetzung bleibt jedoch einerseits die klare Funktionsbestimmung des Rasens, da mit ihr Fragen der Bodenvorbereitung bzw. des Bodenaufbaues oder der Standortverbesserung bzw. der Verfahrenstechnik, aber auch der Pflege in Zusammenhang stehen. Andererseits setzt jeder Mischungsaufbau eine ausreichende Kenntnis der Reaktion der Rasengräser auf ökologische Einflüsse und pflegetechnische Maßnahmen voraus.

Ausgehend von einem dominierenden Wirkungsfaktor sei auf folgende Reaktionsbeispiele von Rasengräsern in Mischungsansaat verwiesen:

- **hohe Stickstoffdüngung** bewirkt eine Zunahme des Bestandsanteils an Agrostis und Poa pratensis und eine Abnahme des Anteils an Festuca ovina, Festuca rubra und Cynosurus cristatus;
- **hohe Schnitffrequenz** fördert ebenfalls Agrostis und Poa pratensis, reduziert aber den Anteil an Festuca ovina und Festuca rubra;
- **Feuchtigkeit** erhöht den Anteil an Agrostis, Phleum pratense und Cynosurus cristatus, verringert jedoch das Ausmaß an Festuca rubra und Festuca ovina;
- **Trockenheit** führt dagegen zu größeren Narbenanteilen an Festuca ovina und Festuca rubra auf Kosten von Agrostis;
- **Hitze** wird von Poa pratensis, Lolium perenne und evtl. von Phleum nodosum besser als von Agrostis tenuis, Cynosurus cristatus und Festuca rubra litoralis ertragen;
- **Mechanische Belastung** bewirkt eine Eliminierung bzw. Reduzierung des Anteils an Agrostis, Festuca ovina und Festuca rubra zugunsten von Poa pratensis und Lolium perenne;
- **Höhenlage** beeinflusst die Narbenanteile von Festuca rubra, Agrostis tenuis, Cynosurus cristatus und Phleum pratense positiv, beeinträchtigt aber die Entwicklung von Poa pratensis und Lolium perenne;
- **hohe Stickstoffdüngung** über 400 kg/ha N schränkt die Belastbarkeit von Sportfeldrasen ebenso wie eine zu geringe N-Gabe ein.

Von den Grasarten aus gesehen sind folgende Beispiele anzuführen:

- **Lolium perenne** in der Ansaatmischung hat eine hohe Anfangsdominanz im Rasenbestand zur Folge, während dieses Gras später anteilmäßig stark, bei Landschaftsrasen ganz zurückgeht;
- **Festuca rubra** gewinnt in Mischungen mit Agrostis tenuis mit der Zeit auf Lehmböden an Dominanz, Agrostis tenuis dagegen auf Sand;
- **Festuca rubra commutata** nimmt größere Anteile in Vielschnittsrasen, Festuca rubra aber mit Ausnahme von Höhenlagen in hochwachsenden Landschaftsrasen ein.

Und schließlich entwickelt sich aus einer konzeptions- und an genetischer Qualität substanzlosen Ansaatmischung, z. B. bestehend aus

Lolium perenne — Heutyp
Poa pratensis — Futtertyp
Festuca rubra — Futtertyp
Festuca ovina — Handelssaat
Agrostis — Handelssaat

in der Regel

- ein Agrostis-Rasen — bei intensiver Pflege ohne mechanische Belastung,
- ein Poa annua-Rasen — bei intensiver Pflege mit mechanischer Belastung — und
- ein Festuca-Rasen — bei extensiver Pflege und Nutzung.

In ähnlicher Weise prägt sich auch aus ein und derselben Ansaatmischung in den verschiedenen Belastungszonen der gleichen Rasensportfläche eine unterschiedliche Narbenzusammensetzung heraus.

Im ganzen handelt es sich bei diesen Reaktionen um Gesetzmäßigkeiten, die in ihrer Auswirkung sowohl zu einer artenmäßigen Vereinfachung und Egalisierung artenreicher Ansaaten führen, als auch eine Vorhersehbarkeit der Bestandentwicklung ermöglichen, zumal wenn relativ einheitlich hergestellte Bodenaufbauten oder extreme ökologische Einflüsse vorliegen.

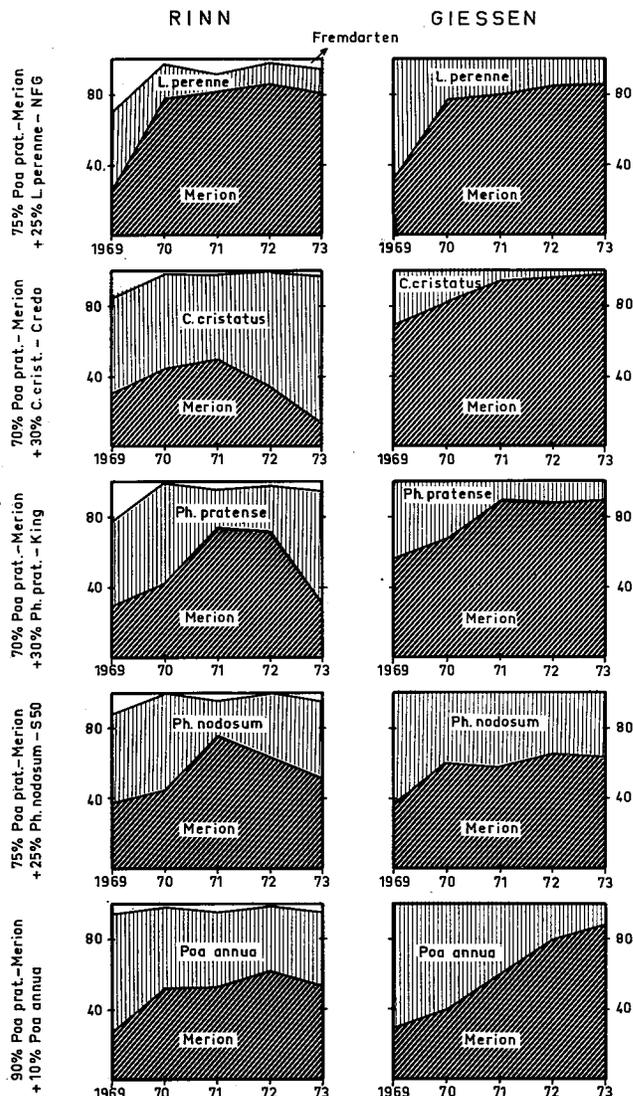
Für den alpinen Raum lassen sich aus den beschriebenen Reaktionen sowie aus den Versuchserfahrungen von Rinn folgende Schlüsse ziehen:

1. Für den flächenmäßig und wirtschaftlich interessanten Typ des **Gebrauchsrasens**, der für seinen Einsatzbereich im öffentlichen und privaten Grün anpassungsfähig an den Standort sein soll und eine gewisse Belastbarkeit, auch in physiologischer Hinsicht, besitzen muß, kommen als Mischungspartner Festuca rubra — in beiden Unterarten — Poa pratensis und Agrostis tenuis in Betracht, wobei in höheren Lagen Festuca rubra commutata die wichtigste Komponente sein dürfte. Andererseits trägt Poa pratensis zur mechanischen Belastbarkeit bei, während Agrostis tenuis schon standortgebunden auftritt.
2. Für **Spiel- und Sportrasen** stellen Poa pratensis, Phleum pratense und Phleum nodosum sowie Cynosurus cristatus und Lolium perenne die wichtigsten Grasarten dar. Hierbei erscheint eine gewisse Differenzierung in Tallagen und Höhenlagen insofern sinnvoll, als die Versuche in Rinn eine klare Dominanz von Cynosurus cristatus gegenüber Lolium perenne ergeben kann. Insofern sollte in Höhenlagen Cynosurus cristatus stets Vorzug vor Lolium perenne erhalten, während eine Einbeziehung von Lolium perenne in Ansaatmischungen für Tallagen gleichzeitig dem Aspekt der neuen Rasensorten dieser Grasart, wie Lora oder Manhattan, Rechnung zu tragen hätte (Darst. 2).
3. Ausgesprochene **Zierrasen**, die mehr der passiven, d. h. optischen Nutzung dienen, aus Gründen des Rasenaspekts aber einer relativ hohen Pflege bedürfen, finden wie in England, Holland oder Deutschland sicher auch in Tirol durch Verwendung von Agrostis tenuis und Festuca rubra, hier insbesondere aus dem horstbildenden und kurzausläufer-treibenden Formenkreis, die richtige Zusammenstellung.
4. Den Grundstock von Ansaaten für **Landschaftsrasen**, z. B. zur Begrünung von Straßenrandzonen, sollten, wie in Holland, Dänemark, der BRD und der Schweiz, grundsätzlich Festuca rubra, Festuca ovina und Agrostis tenuis bilden. Hiervon wiederum scheinen für Tallagen Festuca rubra rubra und Festuca ovina — im weiten Sinne — und für Höhenlagen Festuca rubra commutata und Festuca rubra rubra die wichtigsten Gräser zu sein. Dieser Grundstock an aufwuchsarmer Arten wäre für Landschaftsrasen dann standorts- und funktionsspezifisch durch andere kurzbleibende Grasarten und gegebenenfalls durch Kräuter und Leguminosen zu ergänzen.

V. Vegetationstechnische Standortverbesserung

Die Herstellung von Vegetationsflächen setzt eine wechselseitige Anpassung einerseits der Vegetation an die zu erfüllende

Darst. 2: Verhalten von Mischungspartnern unter verschie-
denen Standortbedingungen
(Ansaatmengen in Gew.-%)



Funktion und an den Standort voraus, andererseits eine Anpassung des Standorts an Vegetation und deren Funktion. Dafür zwei Beispiele:

a) Die Aufgabe der Begrünung extremer Flächen besteht darin, vegetationsunfreundliche oder gar -feindliche Standortseinflüsse, die die Entwicklung einer Vegetationsdecke erschweren oder eine Selbstberasung mitunter über Jahre ausschließen, zu überwinden. Derartige Standorteinflüsse können mit

- Wassermangel
- Nährstoffarmut
- Temperatur
- Exposition und Neigung
- Wind
- Strukturlosigkeit
- pH-Wert (unter oder über der Pflanzenverträglichkeitsgrenze)
- hydrophoben Bodeneigenschaften – oder der
- Einwirkung toxischer Stoffe

zusammenhängen.

Letztlich läßt sich eine Vegetationsdecke aber auf allen Standorten herstellen, sei es durch Nährstoffzufuhr, Beregnung, Wahl einer günstigen Saatzeit sowie einer geeigneten Saattechnik, Verbesserung von Bodenstruktur und Bodenreaktion, durch Bodenauftrag bzw. Bodenaustausch oder mit Hilfe moderner Verfahren der technischen Begrünung mit oder ohne „klimatisierende Deckschicht“.

Das Problem besteht allerdings im Material- bzw. Kostenaufwand, der im Verhältnis zum erforderlichen Effekt abzuschätzen ist und letztlich nur dann lohnend erscheint, wenn sich der Herstellung der Vegetationsfähigkeit des Standorts eine Förderung des Bestandsaufbaues der Ansaat einschließlich ihrer dauerhaften Erhaltung, insbesondere durch Nachdüngungen, anschließt.

Besteht unter günstigen Wachstumsbedingungen hingegen der Wunsch nach einer pflegearmen Rasendecke, z. B. an Banketten und Mittelstreifen von Straßen und Autobahnen, dann muß ein armer, wenig wasserhaltiger Boden auch das Kurzbleiben einer niedrigwachsenden Magerrasenansaat sichern.

b) Die mechanische Belastbarkeit einer Rasenfläche hängt – baulich gesehen – von der Tragfähigkeit des Bodens bzw. des Bodenaufbaues sowie von der Strapazierfähigkeit der Rasendecke ab, die miteinander in Wechselbeziehung stehen. Eine der botanischen Zusammensetzung nach beanspruchbare Rasendecke verliert diese Eigenschaft, wenn der sie tragende Boden zu weich und zu schwammig ist. Eine hohe Tragfähigkeit setzt jedoch eine ausreichende hydraulische und kapillare Wasserableitung voraus. Folglich muß sich die für die Wasserableitung bestimmende physikalische Zusammensetzung des Bodens bzw. die Konstruktion einer Spiel- oder Sportfläche nach der zu erwartenden Belastung in den kritischen Belastungszeiten richten.

Zusammenfassung

Ausgehend von der Definition des Begriffs Rasen wird die Funktion des Rasens als Mittel der Umweltgestaltung und der Landschaftssicherung sowie als oberste Aufbauschicht von Grün- und Sportflächen dargestellt. Dabei zwingt die Vielfalt der Erscheinungsformen dazu, funktionelle Gruppen zu bilden, die als sog. Rasentypen für die Zusammensetzung von Ansaatmischungen von Bedeutung sind. Ebenso werden die Bausteine der Rasendecke, die Gräser, je nach Raseneignung in Gruppen eingeteilt, wobei zwischen potentiellen Rasengräsern, Grasarten mit rasentauglichen Formen und Typen sowie für Rasen grundsätzlich ungeeigneten Gräsern unterschieden wird. Die Raseneignung ist letztlich von der Zuchtsorte abhängig. Die Bedeutung der Sortenfrage für die Dominanzausbildung in der Rasendecke wird an 3 Beispielen erläutert.

Es folgen Grundlagen zur Erarbeitung von Ansaatmischungen, die sich aus ökologischen und pflegetechnischen Reaktionen der Rasengräser sowie aus Saatgut- und Aufbaueigenschaften ergeben. Aus ihnen lassen sich auch Hinweise für die Erarbeitung von Rasenmischungen für den voralpinen und alpinen Raum ableiten.

Den Abschluß bilden Beispiele zur Standortmodifikation. Eine Anpassung des Standorts an die Vegetationsdecke bzw. an deren Funktion ist notwendig, um auf extremen Flächen eine Vegetationsfähigkeit zu ermöglichen und auf belastbaren Flächen eine genügende Tragfähigkeit herzustellen.

Summary

While defining the concept turf, the function of turf as a means for landscape management and landscape protection and serving as the upper constructive layer of greens and sports-grounds is elaborated at the same time.

In view of the great variety of types, functional groups had to be formed. They, the so-called turf types, play a vital role in the composition of seed mixtures. The components of the sward, i.e. the grasses, are also subdivided into groups, depending on their turf qualifications. In doing this, a difference is made between potential turf grasses, grass varieties with forms and species suitable for turf, and grasses which are completely unsuitable for turf purposes. Turf suitability depends in the end on the variety. The variety is also of great significance regarding the dominance in turf. This is demonstrated by three examples.

This is followed by principles for the establishment of seed mixtures as a result of the ecological and management technical reactions of the turf grasses and the characteristics pertaining to seed and emergence. They provide the basis for the establishment of seed mixtures for the region in front of the Alps and in the Alpine region.

Finally, examples are given pertaining to site modification. The site must be adapted to the vegetation cover and its function respectively, to render possible vegetation under extreme conditions and to make fields that must stand wear and tear sufficiently hardy.

Versuchsergebnisse über Rasengräser-Sorten und ihr Verhalten in Mischungen

L. Köck, Rinn — Innsbruck/Österreich

In Heft 2/70 dieser Zeitschrift wurde bereits über den Aufgabenbereich und die wesentlichsten Arbeitsgebiete der Landesanstalt in Rinn berichtet. In Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet Rasenforschung der Justus Liebig-Universität Gießen, dem an einer weiteren ökologischen Überprüfung seiner Versuchsergebnisse gelegen war, wurden Rasenversuche als weiteres Aufgabengebiet in das Versuchsprogramm der Landesanstalt aufgenommen.

So sind im Jahre 1968 erstmalig vergleichende Versuche zur Prüfung von Rasenzuchtsorten von *Festuca rubra*, *Agrostis Spec.* und *Poa pratensis* angelegt worden. Andere Versuche beinhalten die Entwicklung einfacher und vielseitiger Sportfeldmischungen, verschiedene Typen für Rasenanlagen und die Wirkung physiologisch saurer und alkalischer Düngung. Der Anlaß, sich mit diesen Versuchen zu befassen, ergab sich zudem aus dem Aufgabenbereich der Saatgutprüfung, die auch die Kontrolle des importierten Saatgutes von Rasensorten einschließt.

Neuere Versuche befassen sich mit Fragen der Rasendüngung, der Fungizidanwendung, vereinfachter Bodenaufbauversuche mit gleichzeitiger Prüfung von trittfesten Sportrasenmischungen sowie der Verbesserung devastierter Flächen auf Skipisten und Sportstätten.

Der Versuchsstandort Rinn liegt bei 910 m ü. NN. Die klimatischen Verhältnisse werden durch eine jährliche Niederschlagsmenge von 879 mm bei 6,5°C Jahresmitteltemperatur geprägt (Darst. 1).

Klimatische Verhältnisse in Rinn

Im folgenden werden einige Ergebnisse der Sortenversuche von *Festuca rubra*, *Agrostis Spec.* und *Poa pratensis* sowie über Mischungen, die mit diesen Sorten zusammengesetzt sind, mitgeteilt. Die Aufgabe dieser Versuchsreihe bestand zunächst darin, Ausdauer und Konkurrenzverhalten von Rasenzuchtsorten unter extremen alpinen Bedingungen zu prüfen.

Beim Rotschwingel, *Festuca rubra*, unterscheidet man den horstbildenden Formenkreis — *Festuca rubra commutata* = *fallax* und den ausläufertreibenden Rotschwingel — *Festuca rubra rubra* = *genuina*.

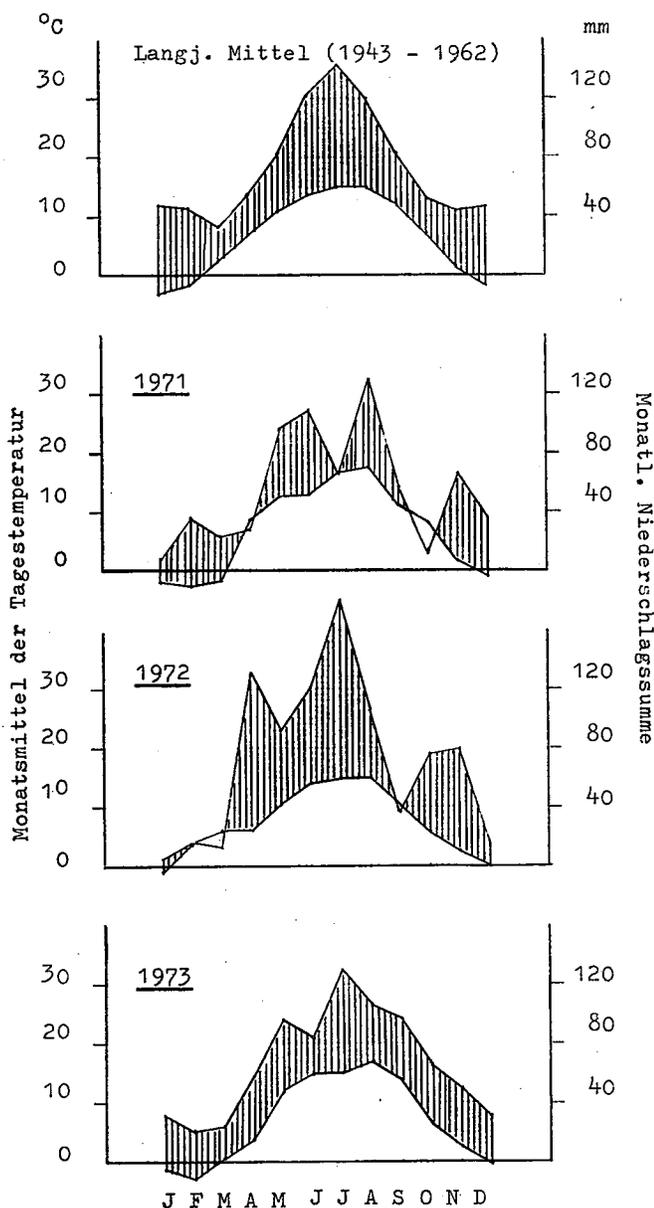
Beide Rotschwingel unterscheiden sich in ihren für Rasen wichtigen Merkmalen sehr wesentlich. Der Horstrotschwingel führt zur dichteren Narbenbildung und ist durch sein feines borstiges Blatt und der geringeren Zuwachsrates ein potentielles Rasengras. Der ausläufertreibende hingegen unterscheidet sich von ihm durch kräftige und weitausreichende Ausläufer, durch eine weniger dichte Narbenbildung, breiteres Blatt und größere Wüchsigkeit.

Rotschwingel kann in fast allen Rasenformen und für alle Begrünungen verwendet werden und ist zusammen mit der Wiesenrispe somit eines der wichtigsten Rasengräser. In Mischungen verfügt er jedoch nicht über die starke Aggressivität der Straußgräser. Seine Konkurrenzfähigkeit nimmt mit steigender Höhe zu und kann zudem noch durch geringere Schnitthäufigkeit gefördert werden.

Der Wiesenrispe, *Poa pratensis*, kommt eine übergeordnete Bedeutung zu und sie findet besondere Verwendung für schöne, feste sowie auch für pflegearme Rasen in öffentlichen Grünanlagen und Strapazierrasen. Ihre Vorteile liegen in einer sehr dichten und festen Narbenbildung, in ihrer Trittfestigkeit und in der verhältnismäßig guten Trockenverträglichkeit.

Für die Verwendung der Straußgräser, *Agrostis sp.*, in Rasen stellt ihre geringe Trittfestigkeit und Druckverträglichkeit einen begrenzenden Faktor dar. Sie kommen daher als Mischungspartner für Zierrasen, Zierwiesen, Greens und für Rasen an Straßen und Autobahnen in Betracht. Die einzelnen *Agrostis sp.*, wie *A. cania*, *A. stolonifera* und *A. tenuis*, besitzen eine spezifische Eignung für bestimmte Rasenformen. So ist *A. tenuis* ein typisches Gras für die große Vielzahl und den be-

Darst. 1: Klimadiagramm Rinn



Klimatische Verhältnisse in Rinn

Zwanzigjährige Mittel- und Extremwerte (1943 bis 1962)

Höhenlage 910 m. ü. NN

Temperaturen	Jahresmittel	absolutes Max.	absolutes Min.
Lufttemperatur, 2 m über dem Boden (Wetterhütte)	6,5	33,4	-27,5
Bodentemperatur, 0,02 m Tiefe	8,0	33,4	-7,3
0,05 m Tiefe	8,0	30,1	-7,1
Niederschläge, mittlere Jahressumme 879 mm			
mittlere Zahl der Regentage 151			
Sonnenscheindauer, mittlere Jahressumme 1793, 8 Std.			
das ist 49,6% des Möglichen			
Globalstrahlung, mittlere Jahressumme 109 466,8 cal/cm ²			
	Tage		
Mittlere Dauer der Schneedecke	89		
Mittlere Dauer des Bodenfrostes (in 2 cm Tiefe)	94		
Mittlere Dauer der frostfreien Zeit (10 cm über dem Boden)	100		
Mittlere Dauer der frostfreien Zeit (200 cm über dem Boden)	151		

trächtlichen Umfang aller normalen Zier- und Gebrauchsrasen sowie für Rasen an Straßen und Böschungen. A. stolonifera hingegen eignet sich wegen seiner festen und in der Vegetationszeit engen Narbenverflechtung bei guter Tiefschnittverträglichkeit besonders für Greens.

Geprüft wurden folgende Sorten:

<i>Festuca rubra</i>	<i>Agrostis sp.</i>	<i>Poa pratensis</i>
Steinacher	Highland Bent	Steinacher
Novorubra	Novobent	Merion
HF1	Barenza	Windsor
Pennlawn	Penncross	Sydsport
Oase	Seaside	Nórrsport
Erika	Smaragd	Baron
Golfrood	Astoria	Primo
Dawson	Bardot	Golf
Highlight	Tracenta	Newport
Koket	Brabantia	Prato
Rasengold	Holfior	Arista
Chewings	Bore	Fylking
Biljart	Eko	Barones

1. Narbenschluf

In der Schnelligkeit des Narbenschlusses bestehen bei allen Sorten gewisse Differenzen. Die für Rasen geeigneten Straußgräser sind imstande, eine dichte Narbe zu bilden, so daß nach erfolgtem Narbenschluf kaum Bodenstellen frei sind. Bei der Wiesenrispe ist der Verlauf der Narbenbildung insofern beeinträchtigt, da sie zu den Langsamkeimern zählt und somit mit dem Nachteil einer zögernden Jugendentwicklung behaftet ist. Der Narbenschluf bei *Festuca* erfolgt etwas zögernder als bei *Agrostis*, jedoch wesentlich rascher als bei *Poa pratensis*. In der folgenden Tabelle 1 sind von dem gesamten Sortiment nur diejenigen Sorten angeführt, die einen sehr guten Narbenschluf aufweisen. Die Anlage des Versuches erfolgte, wie schon erwähnt, Mitte Mai 1968 und die angeführten Bonitätszahlen sind am 27. Juli des Anbaujahres erhoben worden.

Tabelle 1:

Narbenschluf in % (Flächen)					
<i>Festuca rubra</i>		<i>Agrostis sp.</i>		<i>Poa pratensis</i>	
Pennlawn	100	Penncross	100	Newport	80
Golfrood	100	Novobent	100	Sydsport	80
Koket	95	Bardot	100	Baron	80
Highlight	95	Bore	95	Fylking	80
Novorubra	90	Smaragd	95	Primo	80

Bei *Festuca* zeigen Pennlawn und Golfrood den schnellsten Narbenschluf, gefolgt von Koket und Highlight. Die übrigen Sorten liegen etwa zwischen 70 % und 80 %. Nur die Sorte Erika wies zum Beobachtungszeitpunkt erst eine 50%ig geschlossene Narbe auf. Bei *Agrostis* hatten die Sorten Astoria, Holfior und Eko mit 70 % den geringsten Narbenschluf. Die größten Unterschiede konnten bei der Rispe festgestellt werden. Bei Merion und Arista betrug der Flächenanteil nur 50 %, während die restlichen Sorten zwischen 60 % und 70 % lagen.

2. Zuwachsrate und Unkrautbesatz

Der Zuwachs muß als wichtiges Kriterium in der Beurteilung der Rasengräser betrachtet werden. Ökonomische Überlegungen zwingen nämlich dazu, nach Wegen zur Senkung des Kosten- und Arbeitsaufwandes für die Rasenpflege zu suchen. Dies gilt für Intensiv- und Extensivrasen gleichermaßen. In der Wahl der geeigneten Gräser besteht nun ein guter Weg eine geringe Zuwachsrate zu erzielen. Wie aus der Tabelle 2 ersichtlich ist, bestehen nun zwischen den Arten wie auch bei den Sorten innerhalb der Arten sehr wesentliche Unterschiede. So sind nach Skirde (1969) die Differenzen bei dem in der Narbenbildung gleichmäßigeren Horstrotschwengel geringer als bei dem ausläufertreibenden Rotschwengel. Wie er in seinen Versuchen weiter feststellte, gehören die am besten narbendichten und am wenigsten verunkrauteten Sorten der Gruppe mit der geringsten Zuwachsrate und die stärker verunkrauteten dem Sortenfeld mit größerer Zuwachsrate an.

In Rinn ergibt sich etwa das gleiche Bild. Innerhalb der Sortengruppe von *Festuca rubra commutata*, zusammen mit Biljart, haben die Sorten Koket, Golfrood, Highlight und Biljart

den geringsten Zuwachs, wobei Koket zudem in allen Jahren unkrautfrei blieb und den besten Aspekt zeigte. In der Sortengruppe von *Festuca rubra rubra* hatten Dawson und Oase den geringsten Zuwachs, aber einen verhältnismäßig hohen Unkrautbesatz, während Pennlawn mit einer mittleren Zuwachsrate fast unkrautfrei blieb.

Bei den *Agrostis sp.* zeigt A. canina die geringste Sortendifferenz. Bei A. stolonifera und A. tenuis bestehen allerdings größere Spannen, so daß aus dem Sortenfeld Tracenta, Bardot, Penncross und Smaragd eine Gruppe mit niedriger Zuwachsrate und Seaside, Bore, Eko und Highland Bent, wobei diese Sorte nach Rasenbild und einzelnen Reaktionen als Zwischentyp zu den Stoloniferaformen hin tendiert, eine Gruppe mit höherer Zuwachsrate bilden. Diese Ergebnisse decken sich ebenfalls mit denen von Gießen. Da sich *Agrostis* durch seine dichte Narbenbildung und große Konkurrenzskraft auszeichnet, erklärt sich auch der geringe Unkrautbesatz, besonders bei den Sorten von *Agrostis tenuis*.

Auch bei *Poa pratensis* bestehen wie bei den anderen Gräsern Unterschiede in der Zuwachsrate. Hier weisen die Sorten Sydsport, Norrsport und Newport den geringsten Zuwachs auf. Nur Primo und Steinacher zeigen eine deutlich höhere Zuwachsrate, während die Unterschiede bei den übrigen Sorten gering sind.

3. Krankheitsbefall durch Überwinterungspilze und Ergrünen im Frühjahr

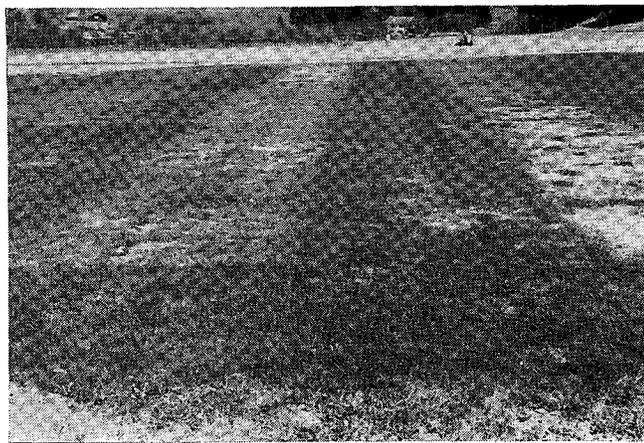
Zu den Überwinterungspilzen gehören *Fusarium nivale* (allgemein Schneeschimmel bezeichnet) und *Typhula*. Das Erscheinungsbild von *Fusarium* sind hellgraue bis weiße Flecken. Der Pilz kann durch Saatgut übertragen werden, aber eine vom Boden her erfolgte Verbreitung ist wesentlich häufiger. Durch die Entwicklung des Luftmyzels längs der Bodenoberfläche ruft er eine Schädigung der benachbarten Pflanzen hervor. Bei *Typhula* weist nach der Schneeschmelze die Narbe hellbraune bis dunkelbraune Flecken auf. Die Pflanzen sind dann, besonders an der Peripherie der Flecken, von Myzel überzogen. Die Minimumtemperatur für das Wachstum dieser Pilze liegt bei minus 5° C, das Optimum etwa bei 20° C. Eine getrennte

Tabelle 2: Zuwachsrate und Unkrautbesatz bei *Festuca rubra*, *Agrostis sp.* und *Poa pratensis*-Sorten

	Zuwachsrate (in cm)			Unkrautbesatz (in %)		
	1971	1972	1973	1971	1972	1973
<i>Festuca rubra</i>						
Chewings	84	90	103	5	5	5
Rasengold	80	82	105	2	2	1
Erika	79	77	89	5	5	5
Koket	72	74	94	-	-	-
Golfrood	70	78	79	12	10	5
Biljart	75	70	81	6	6	6
Highlight	69	69	79	2	2	2
HF 1	84	91	116	6	10	10
Novorubra	87	93	107	10	10	10
Pennlawn	80	84	103	3	3	1
Steinacher	80	91	98	15	10	10
Oase	75	80	94	7	7	9
Dawson	72	77	83	7	7	7
<i>Agrostis sp.</i>						
Highland Bent	70	65	96	-	3	3
Novobent	72	67	88	3	3	3
Barenza	72	70	89	3	5	9
Seaside	68	60	94	-	-	2
Smaragd	63	54	68	-	-	5
Penncross	62	52	72	-	-	-
Bore	80	71	103	2	2	5
Eko	76	70	90	-	-	-
Astoria	70	63	91	-	-	-
Brabantia	68	66	88	-	-	-
Holfior	66	63	86	-	-	-
Bardot	59	54	81	1	1	1
Tracenta	60	56	60	-	-	-
<i>Poa pratensis</i>						
Primo	83	80	89	10	10	15
Steinacher	80	81	83	5	10	10
Barones	81	75	85	20	15	20
Golf	81	73	84	10	5	5
Prato	81	68	86	10	8	10
Baron	78	69	86	10	6	6
Merion	75	74	85	8	8	8
Fylking	75	74	85	10	12	10
Windsor	76	71	85	10	10	10
Arista	78	70	83	10	7	10
Newport	73	74	77	10	8	5
Norrsport	74	65	76	10	10	10
Sydsport	70	64	80	10	10	10



Sportrasen-Versuchsanlage nach der Schneeschmelze.



Starker Fusarium- und Typhulabefall bei Agrostis unmittelbar nach der Schneeschmelze.

Bonitierung nach Fusarium und Typhula erfolgte nicht, da eine einwandfreie Schätzung des Befalles eine gewisse Erfahrung voraussetzt. Die angeführten Bonitierungsdaten geben somit den Gesamtbefall beider Pilzkrankheiten wieder.

In der folgenden Tabelle 3 sind die Mittelwerte aller Sorten je Art und Versuchsjahr angeführt.

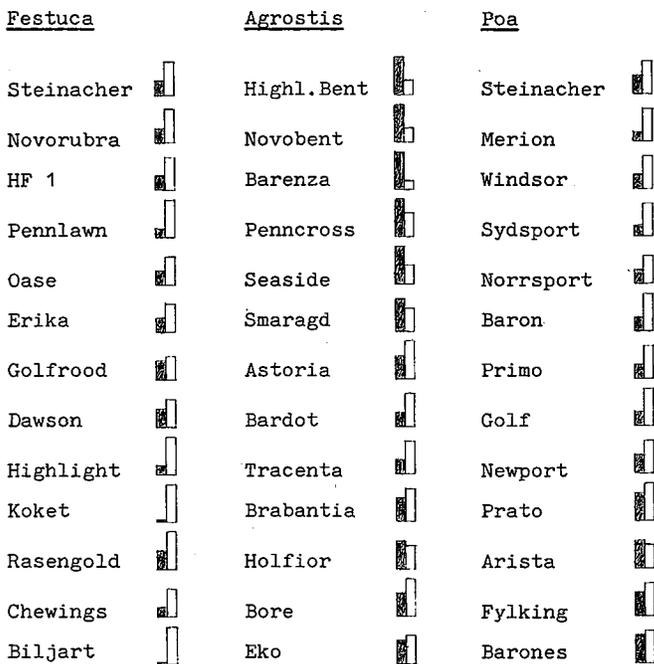
Tabelle 3:

Art	Befall in den Versuchsjahren				
	1969	1970	1971	1972	1973
Festuca rubra	2,0	1,4	2,3	3,0	3,6
Agrostis sp.	2,4	2,6	6,9	3,5	8,0
Poa pratensis	2,0	2,0	3,8	2,0	5,5

1 = sehr geringer Befall
9 = totaler Befall

Diese Befallswerte sollen zeigen, daß in den einzelnen Jahren wesentliche Schwankungen bestehen. Der geringste Befall war

Darst.2: Krankheitsbefall durch Überwinterungspilze und Ergrünen im Frühjahr



■ = totaler Befall

□ = vollständiges Ergrünen

bei Festuca, etwas stärker bei Poa, Agrostis hingegen leidet sehr stark unter dem Befall.

In der Darst. 2 sind die Bonitierungswerte der einzelnen Sorten vom Jahre 1971 aufgezeigt. Wenn auch der Befall 1973 die höchsten Werte aufweist, so muß auf diese Angaben aus dem Grund verzichtet werden, da zu diesem Zeitpunkt der reine Sortenaspekt, hauptsächlich durch Eindringen von Agrostis, nicht mehr vorhanden war. Eine Beurteilung würde also ein falsches Bild ergeben. Bei Festuca besitzen Koket, Pennlawn, Highlight, Biljart und Chewings eine gute Resistenz; Rasengold, Golfrood und Dawson hingegen sind wesentlich stärker befallen. Die Sorten von A. canina und A. stolonifera weisen einen sehr starken Befall auf. A. tenuis wiederum leidet weniger unter Befall, wobei vor allem die Sorten Tracenta und Bardot verhältnismäßig resistent sind. Bei Poa kamen die Sorten Sydsport, Merion, Golf, Norrnsport und Windsor befallsmäßig relativ gut über den Winter. Barones, Prato, Fylking und Aristo hingegen sind wiederum stärker befallen.

Der Zeitpunkt des Ergrürens ist sicher von der Stärke des Pilzbefalles abhängig. Einzelne Sorten zeigen trotz starken Befalles ein rascheres Ergrünen als solche mit geringem Befall. Die Sorten besitzen also ein unterschiedliches Regenerationsvermögen. Dieses ist bei den stärker befallenen Sorten Rasengold, Penncross, Smaragd, Astoria und Barones gut, schlechter bei den Sorten Dawson und Golfrood, A. canina sowie Holfior und Arista.

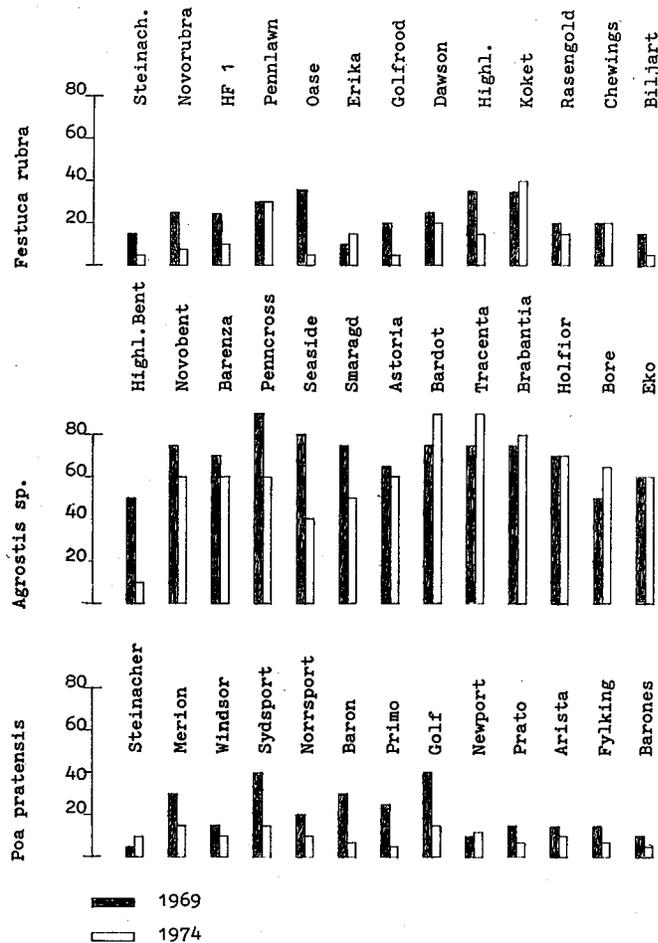
Zusätzlich sei hier noch vermerkt, daß Schadensbilder oder Aspektveränderungen durch das Auftreten anderer Krankheiten nicht entstanden. Bei Festuca und Agrostis war ein leichter Befall durch Helminthosporium vagans (Blattfleckenkrankheit), bei Poa jedoch ein wesentlich stärkerer festzustellen. Das Auftreten von Puccinia (Rost) ist nur ganz vereinzelt beobachtet worden.

Verhalten der Sorten in Mischungen

Das Verhalten der Sorten in Mischungen hängt von verschiedenen Faktoren ab. Je nach Saatanteil und Standortseinflüssen bestimmen sie das Gepräge der Mischungen, ob sie sich behaupten können oder verdrängt werden. Hierbei spielen Narbenschuß, Nachwuchsintensität und Krankheiten eine besondere Rolle. So kann die rasche Jugendentwicklung einzelner Mischungskomponenten schwächer entwickelte in ihrer Anfangsphase stark unterdrücken. Besonders das unterschiedliche Nachwuchsvermögen der Sorten kann einen Konkurrenzeffekt auslösen. Daher ist bei der Zusammenstellung der Mischungen der unterschiedlichen Konkurrenzkraft der Sorten Rechnung zu tragen.

Um diese Konkurrenzigenschaften zu prüfen, wurden die Sorten von Poa pratensis, Festuca rubra und Agrostis gewählt. Die zur Aussaat gelangten Mischungen bestanden bei Poa p. aus 50% Saatanteil der betreffenden Sorte, aus 45% Festuca r. (Highlight) und 5% Agrostis tenuis (Holfior). Bei Festuca r.

Darst. 3: Narbenanteile (in %)



waren es 80 % der jeweiligen Sorte und 20 % *Agrostis tenuis* (Holfior) und bei *Agrostis* 20 % der Sorte mit 80 % *Festuca r.* (Highlight).

Erreichten bei den Mischungen, Darst. 3, mit den *Poa*-Sorten im Einsaatjahr Merion, Sydsport, Baron und Golf den höchsten Bestandsanteil, so hielt sich nach einer längeren Reihe von Versuchsjahren Sydsport, Golf und Merion am besten. Alle anderen Sorten sind im Laufe der Jahre durch die hohe Dominanz von *Festuca rubra* anteilmäßig stark reduziert worden.

Bei *Agrostis* war der Bestandsanteil im Aussaatjahr bei der als bekannt aggressiven Sorte Penncross am höchsten. Novobent, Seaside, Smaragd, Brabantia, Bardot und Tracenta lagen im Mittelfeld, während Bore und Highlight Bent den geringsten Bestandsanteil aufwiesen. Dieses Bild hat sich ebenfalls wesentlich geändert. Die Bestandsanteile bei *A. canina* und *A. stolonifera* sanken sehr stark ab. Allgemein erwiesen sich nur die Sorten von *A. tenuis* als sehr konkurrenzstark, besonders Tracenta und Bardot, während Holfior anteilmäßig etwas zurückgedrängt wurde.

Hatten bei *Festuca rubra* im Aussaatjahr Oase, Highlight und Koket den höchsten Bestandsanteil, so sank dieser später bei Oase stark ab, stieg bei Pennlawn etwas an. Nur die Sorte Koket verhielt sich durchgehend konkurrenzstark und weist immer den höchsten Bestandsanteil auf.

A. canina und *A. stolonifera* scheinen gegenüber *A. tenuis* nicht standortsgebunden zu sein. Weiters ergibt sich, daß man bei *Festuca rubra* die *Commutata*-Formen vorziehen soll.

Literatur:

1. Bosse, G.: Sortenvergleich von Zierrasen-Zuchtsorten. Gras- und Grünflächen, HESA-Informationsdienst 4/8.
2. Eisele, C., 1962: Rasen-, Gras- und Grünflächen, P. Parey, Berlin, 135 S.
3. Skirde, W., 1969 a: Versuchsergebnisse und Sortenbeschreibung von Rasengräsern I, *Agrostis*. Rasen und Rasengräser, H. 4, 47-69.
4. Skirde, W., 1969 b: Versuchsergebnisse und Sortenbeschreibung von Rasengräsern II, *Festuca rubra*. Rasen und Rasengräser, H. 5/70, 7-30.
5. Skirde, W., 1969: Versuchsergebnisse und Sortenbeschreibung von Rasengräsern III, *Poa pratensis*. H 5/70, 31-47.
6. Skirde, W., 1969: Verhalten von Sorten und Mischungen. Rasen und Rasengräser H. 6/70, 15-21.
7. Skirde, W., 1970: Rasenkrankheiten und ihre Bedeutung im binnenländischen Übergangsraum. Rasen, Turf, Gazon, H 3/70.
8. Pahl, E., 1970: Typhula an Rasengräsern. Rasen, Turf, Gazon, H. 1/70, 16-17.
9. Ylimäki, A., 1972: Krankheits- und Überwinterungsfragen bei Rasen in Finnland. Rasen, Turf, Gazon. H. 3/72, 72-74.

Zusammenfassung

Zur Klärung der Frage, welche Rasenzuchtsorten sich für den alpinen Raum am besten eignen, wurde ein Versuchssortiment von *Festuca rubra*, *Agrostis sp.* und *Poa pratensis* mit 39 Sorten in Reinsaat wie auch ihr Verhalten in Mischungen mehrjährig geprüft. Die Beobachtungen bezogen sich auf die Schnelligkeit des Narbenschlusses im Ansaatjahr, auf die Gesamtwachstumsrate während der Vegetationszeit, den Unkrautbesatz, Krankheitsbefall und das Konkurrenzverhalten der einzelnen Sorten im Mischungsbestand.

Hinsichtlich aller hier angeführten gewünschten Aspekte erwiesen sich nach sechsjähriger Beobachtung bei *Festuca rubra* die Sorten Koket und Pennlawn weit überlegen. *Festuca*-Biljart nimmt sicher eine Sonderstellung ein. Sein ungünstiger Farbaspekt nach dem Schnitt, sowie die geringe Konkurrenzkraft in Mischungen lassen die Sorte für feuchte alpine Lagen als nicht geeignet erscheinen.

Bei *Agrostis* entsprechen die Sorten Tracenta und Bardot den ökologischen Verhältnissen am besten. Holfior erwies sich außer den sonst guten Eigenschaften als konkurrenzschwächer. Penncross hält sich in Reinsaat sehr gut, in der Mischung wird es jedoch zunehmend verdrängt. Bei *Poa pratensis* zeigten die Sorten Sydsport, Newport, Merion und Golf den besten Aspekt, wobei Sydsport noch am konkurrenzstärksten ist.

Allgemein wird das Bild auf dieser Höhenlage von einer *Festuca*-*Agrostis* Facies geprägt.

Summary

For the purpose of determining the suitability of turf varieties for the Alpine region and their survival in mixtures an experimental mixture of *Festuca rubra*, *Agrostis sp.* and *Poa pratensis* comprising 39 varieties of pure seed was tested for several years. The factors to be investigated were: quickness of the closing of the sward in the same year of sowing, total growth rate during the vegetation period, percentage of weeds, occurrence of diseases and competition of varieties within the mixture.

With regard to the desired aspects indicated above it was found out in an experiment extending over a period of six years that the varieties Koket and Pennlawn of *Festuca rubra* were obviously far superior. Biljart seems to be an exception. It has an unfavourable colour after cutting and is not competing well in mixtures, so that this variety is apparently not suitable under humid Alpine conditions.

As far as *Agrostis* is concerned, the two varieties Tracenta and Bardot are most suited to the ecological conditions. Apart from its otherwise good characteristics Holfior was not competitive enough. Penncross survives well in pure stands, is, however, increasingly suppressed in mixtures.

Of the *Poa pratensis* varieties, Sydsport, Newport, Merion and Golf had the best aspect, with Sydsport being most competitive.

At this altitude, the whole picture is characterized by a *Festuca*-*Agrostis* facies.

Rasen als Baustoff für Sicherungsarbeiten im alpinen Landschaftsbau

H. M. Schiechl, Innsbruck/Österreich

1.0 Einleitung

Bis in die Dreißigerjahre waren die Wildbach- und Lawinerverbauung und die Flußverbauung die einzigen Anwendungsgebiete eines Landschaftsbaues unter Verwendung lebender Baustoffe im Alpenraum.

Während bereits DUILE (1834) die Verlegung von Rasen-„Ziegeln“ und den Bau niedriger „Rasenmauern“ beschrieb, kannte man zu dieser Zeit keine Berasung durch Ansaaten.

Als dann zu Ende des 19. Jahrhunderts die ersten Empfehlungen für Aussaaten in der Literatur erschienen, waren die Angaben rein theoretisch und entstammten sicher nicht praktischen Erfahrungen. Denn sonst hätte es nicht passieren können, daß Samenmischungen empfohlen wurden, die zum Teil aus Synonyma der selben Art mit verschiedenem Anteilsprozent und zur Gänze aus Arten bestanden, die im Handel nicht erhältlich waren.

Alle späteren Autoren schrieben diese Mischungen vermutlich von einander ab, worauf erst GAMS (1939, 1940) aufmerksam machte. Offenbar herrschte überdies zu dieser Zeit die Auffassung, daß Rasen für den Landschaftsbau unbrauchbar sei. Obwohl WEINZIRL (1906) bereits auf der Sandlingalpe mit Gräsern experimentiert und die Ergebnisse publiziert hatte, herrschte die Meinung allgemein vor, daß die mangelnde Wurzeltiefe der Gräser und Kräuter keine echte Bodenfestigung und daher keinen Erosionsschutz bewirken könne und daß der Niederschlag auf Rasen sofort oberflächlich abfließe. Aus diesem Grunde galten nur die aus Gehölzen gebauten bzw. die mit Gehölzen kombinierten Stabilbauweisen als wirkungsvoll und brauchbar.

Mit dieser Auffassung wurde der Verfasser selbst noch bei seinem Eintritt in die Wildbachverbauung 1948 konfrontiert und seine Aufgabe war damals in erster Linie die Entwicklung neuer, wirksamer Stabilbauweisen aus Gehölzen.

Als der Verfasser den Buschlagenbau entwickelt hatte und seine Brauchbarkeit bewiesen war, wurden in den ersten beiden Jahren seiner generellen Anwendung allein bei der Wildbachverbauung in Österreich 132 000 lfm Buschlagen gebaut, zugleich aber nur 51 Hektar Berasungen ausgeführt, und zwar meist als Wiederherstellung in ehemaligem Wiesengelände.

Dabei überzog man die zu sichernden Hänge mit Buschlagen, ließ aber die Zwischenräume unbegrünt, so daß die Erosion nur zum Teil gestoppt werden konnte (Abb. 1).

2.0 Technischer und ökologischer Wirkungsgrad von Berasungen

1949 begann der Verfasser mit Untersuchungen des technischen und ökologischen Wirkungsgrades der einzelnen ingenieurbologischen Bauweisen, um sie auch entsprechend ihrer Leistungsfähigkeit in der Erfüllung technischer Funktionen einsetzen zu können.

Abb. 1: Alte Rutschhangverbauung ohne Rasensaat, nur mit Hilfe von Krainerwänden und Buschlagen.



Dabei ergab sich, daß Rasen einen hohen Wirkungsgrad haben kann. In der Folge benutzte der Verfasser den technischen und ökologischen Wirkungsgrad für die Gruppierung der verschiedenen ingenieurbologischen Bauweisen im Erdbau, wie sie heute allgemein eingeführt ist, und zwar:

- Stabilbauweisen
- Kombinierte Stütz- und Runstbauten
- Biotechnische Entwässerungen
- Deckbauweisen
- Ergänzungsbauweisen.

Während kombinierte und Stabilbauweisen sowie biotechnische Entwässerungen punktförmige bzw. lineare Systeme sind, die nur eine beschränkte Seitenwirkung besitzen, sind die Deckbauweisen von Anfang an flächenhaft wirksam. Zu ihnen gehören neben den Spreitlagen alle Arten der Berasung und vor allem die Ansaaten.

Wie die Bezeichnung „Deck“-Bauweisen bereits ahnen läßt, wirken sie in erster Linie durch die **rasche Abdeckung der Bodenoberfläche** schützend vor Erosionsgefahr durch aufrallende Niederschläge und Wind. Dagegen ist die Tiefenwirkung im Boden geringer als etwa bei Stabilbauweisen.

Liegt zwar der Schwerpunkt der technischen Wirksamkeit bei Rasen auf der Abdeckung durch eine Vielfalt niedriger, dicht verzweigter Pflanzen, so ist doch auch die Bodenfestigung selbst von weit größerem Wert als man bisher annahm.

Zahlreiche eigene Untersuchungen von **Wurzelsystemen** der Gräser und Kräuter im Vergleich zu denen der Gehölze beweisen, daß es auch zahlreiche tiefwurzelnde Arten gibt, die mit ihren Wurzelsträngen bis in mehr als einen Meter Tiefe vordringen, so daß dadurch ein bedeutendes Bodenvolumen echt zusammengehalten und verankert wird, vergleichbar etwa mit der Bewehrung eines Stahlbetonkörpers.

Zugfestigkeitsuntersuchungen an Kräutern ergaben nach Untersuchungen von STINY, HILLER und SCHIECHTL Werte zwischen 72 und 665 kg/cm². Eine einzige einjährige Luzernpflanze vermag eine Zugbeanspruchung von 70 bis 200 kg aufzunehmen!

Der hohe Wert der Berasungen liegt aber vor allem in der Dichte der Bodendurchwurzelung durch eine Vielzahl einzelner Wurzelfasern. In einem Luzernebestand, der nur eine Dichte von 100 Pflanzen je m² aufweist, errechnet sich daraus eine Gesamtzugfestigkeit von 2118 kg/m², bei Quecke nach den von STINY ermittelten Werten eine Zugfestigkeit zwischen 5 und 19 Tonnen je m².

Unter entsprechenden Verhältnissen werden Wurzeltiefen von 30 cm bis mehr als einen Meter bereits im zweiten Lebensjahr erreicht. Dies kann einfach an einem Beispiel von der Brennerautobahn nachgewiesen werden, wo ein Hügel zwei Jahre nach der Begrünung wieder abgetragen werden mußte. Der Verfasser nahm dort die Gelegenheit wahr, die Wurzelsysteme der aus dieser zweijährigen Begrünung stammenden Pflanzen mit jenen zu vergleichen, die aus einer benachbarten, über 100 Jahre lang als Grünland bewirtschafteten Dauerwiese stammten (Abb. 2).

Die bisherigen Ausführungen dürften hinreichend erklären, warum schon kurze Zeit nach einer Berasung vordem stark erodierte Hänge vollkommen beruhigt sind und sogar schwere Unwetter oft schadlos überstehen.

Für eine echte Stabilisierung des Bodens sind allerdings artenreiche Samenmischungen aus Arten mit verschiedenen Wurzelformen und -tiefen erforderlich. Ein stabilisierender Landschaftsrasen muß daher aus Flach-(Intensiv-) und aus Tief-(Extensiv-)Wurzeln bestehen, sodaß im Aufbau des Wurzelsystems des ganzen Bestandes eine deutliche Stufung mit guter Verzahnung in tiefere Bodenschichten festzustellen ist (Abb. 3).

Die Eigenschaft, tief reichende Extensiv- oder flach bleibende Intensiv-Wurzelsysteme zu entwickeln, ist zwar artspezifisch, doch nur als Tendenz. Die tatsächliche Ausbildung der Wur-

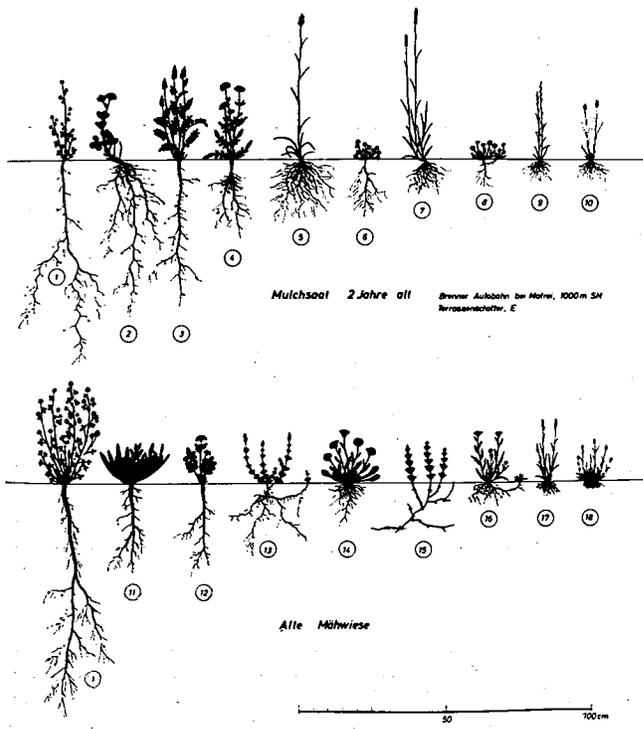
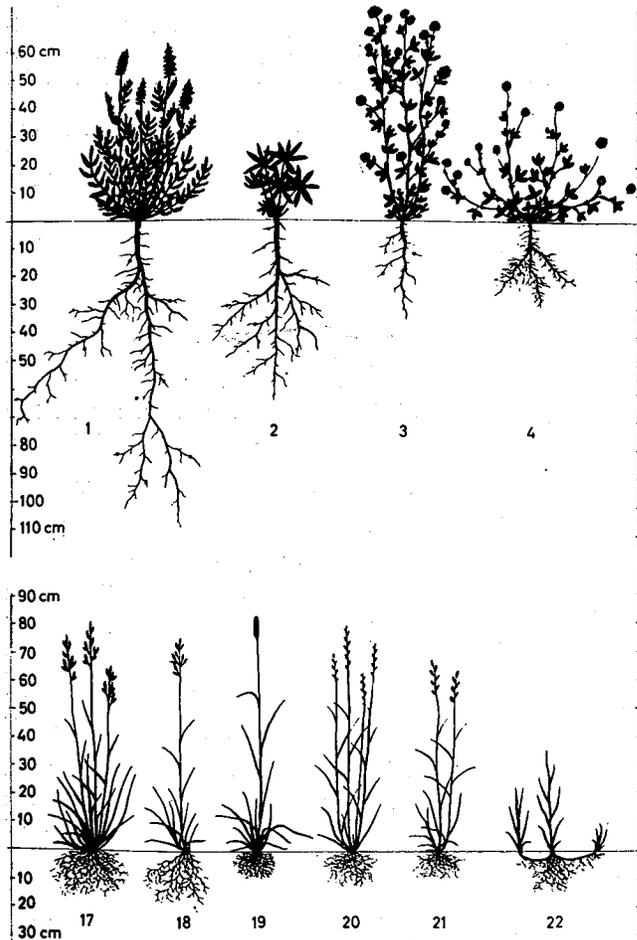


Abb. 2: Wurzelssysteme der Gräser und Kräuter aus einer zweijährigen Mulchsaat und einer benachbarten, alten Mähwiese. 1 = *Medicago sativa*, 2 = *Trifolium pratense*, 3 = *Onobrychis viciaefolia*, 4 = *Anthyllis vulneraria*, 5 = *Oactylis glomerata*, 6 = *Trifolium repens*, 7 = *Phleum pratense*, 8 = *Matricaria chamomilla*, 9 = *Lolium perenne*, 10 = *Festuca rubra*, 11 = *Centaurea jacea*, 12 = *Pimpinella major*, 13 = *Galium mollugo*, 14 = *Chrysanthemum leucanthemum*, 15 = *Equisetum variegatum*, 16 = *Achillea millefolium*, 17 = *Trisetum flavescens*, 18 = *Sesleria varia*.

Abb. 3: Normaltypus der Pflanzenwurzeln einiger Leguminosen (1-4) und Gräser (17-22) auf tonreicher Moräne. 1 = *Onobrychis viciaefolia*, 2 = *Lupinus polyphyllus*, 3 = *Medicago sativa*, 4 = *Medicago lupulina*, 17 = *Festuca pratensis*, 18 = *Arrhenatherum elatius*, 19 = *Phleum pratense*, 20 = *Lolium perenne*, 21 = *L. italicum*, 22 = *Bromus inermis*.



1-jährige Mulchsaaten auf verschiedenen Böden

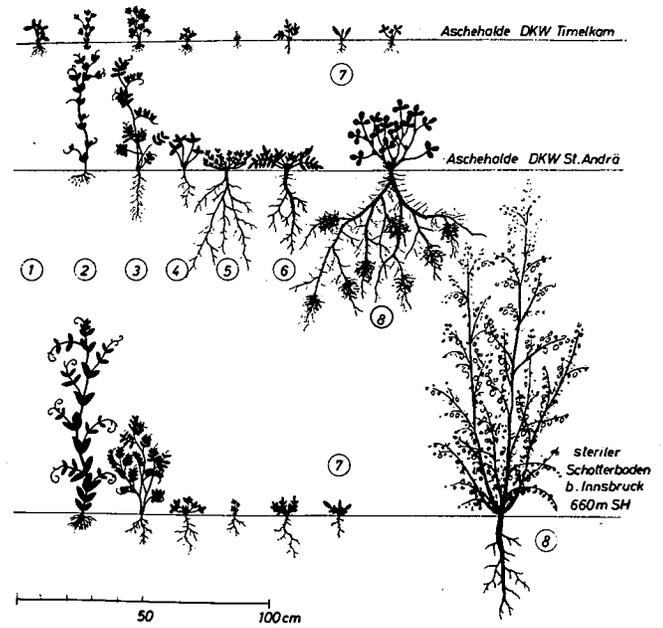


Abb. 4: Auf extremen Substraten weichen Wurzelform und -volumen vom Normaltypus ab, siehe besonders Nr. 8. 1 = Pferdebohne, 2 = Erbse, 3 = *Vicia villosa*, 4 = *Trifolium incarnatum*, 5 = *Lotus corniculatus*, 6 = *Onobrychis viciaefolia*, 7 = *Anthyllis vulneraria*, 8 = *Melilotus albus*.

zelform und -tiefe hängt auch von den Bodenverhältnissen ab und zwar von der Struktur, dem Wasser- und Nährstoffangebot.

Daher werden Pflanzen, die an sich Tiefwurzler sind, dann nur in geringe Bodentiefen vordringen, wenn sie in den obersten Bodenschichten gut mit Nährstoffen und Wasser versorgt werden. Je extremer Boden- und Feuchteverhältnisse sind, umso stärker weichen die Formen und das Volumen der Pflanzenwurzeln vom Normaltypus ab (Abb. 4).

Hinsichtlich des **Wasserabflusses** aus geschlossenen Rasen ergaben die in den letzten Jahren durchgeführten Messungen von CZELL (1972), daß nur dichte, niedere Rasen mit einschichtigen Wurzelsystemen wie z. B. Nardeten die Niederschläge sehr schlecht und langsam aufnehmen können, weshalb das Wasser zum größten Teil rasch oberflächlich abfließt. Bei einem mehrjährigen Versuch in verschiedenen Pflanzenbeständen Tirols wurden jeweils 100 l Wasser in einer Stunde auf einen Quadratmeter beregnet und sowohl der Oberflächenabfluß aus dieser Fläche in einer Stunde als auch die Eindringtiefe in den Boden gemessen. Dabei ergab sich, daß die aus niederen Rasen bestehenden Weideflächen (am extremsten die Nordeta) Eindringtiefen von nur 4 bis 10 cm aufwiesen und von den 100 l Wasser 32 bis 80 l innerhalb einer Stunde abflossen. Dagegen lagen die Werte bei Mähwiesen etwa gleich hoch wie in guten Wäldern (Oxalis-Fichtenwaldtyp und Tannen-Buchenwald) und zwar drang das Wasser 36 bis 40 cm tief ein und der Oberflächenabfluß in einer Stunde betrug nur 2 bis 8 Liter. Während also die dichten, niederen Rasen eindeutig die ungünstigsten Abflußverhältnisse aufweisen, sind gepflegte Rasen mit mehrstufigem Wurzelsystem etwa Wäldern oder Strauchgesellschaften gleichzusetzen.

Damit wird klar, daß an der Meinung, die Rasen seien schlechte Wasserspeicher und das Wasser fließe rasch oberflächlich ab, etwas Wahres ist. Der Schluß für die Praxis darf aber nun nicht sein, den Rasen aus dem Landschaftsbau zu verbannen, sondern nur die Kurzrasen mit einschichtigen Wurzelsystemen lediglich dort anzuwenden, wo sie als Dauergesellschaft und auch aus Gründen der Offenhaltung und der leichteren Pflegbarkeit erforderlich sind.

3.0 Berasungsmethoden

3.1 Aendecken von Rasenziegeln und Fertiggrasen

Die Verwendung ausgestochener Rasenziegel ist sicher die älteste Berasungsmethode in den Alpen. Wie die Bezeich-

nung Rasen„ziegel“ schon andeutet, faßte man immer schon die einzelnen Rasenstücke als Bauelemente auf.

Heute hat die Andeckung von Rasenziegeln aus natürlichen Pflanzengesellschaften noch im bewirtschafteten Grünland und vor allem in der Alpregion über der Waldgrenze eine Bedeutung, wo es nicht möglich ist, für Ansaaten geeignetes Saatgut zu beschaffen.

Demgegenüber konnte sich bisher im Alpenraum die Verwendung eigens herangezogener Fertigrasen (Rollrasen) im Landschaftsbau nicht durchsetzen.

3.2 Heublumensaat

Schon vor Beginn der Grassamenzucht begrünten die alpenländischen Bauern immer wieder die kahl gewordenen Flächen mit den samenreichen Resten aus den Heustöcken, den sogenannten „Heublumen“, die in der Regel als ca. 5 cm dicke Schicht aufgetragen wurden. Noch in den Fünfzigerjahren begrünte man mit Hilfe der Heublumensaat in Vorarlberg mächtige Moränenanbrüche im Gallinabach und erzielte damit volle Wirksamkeit gegen weitere Erosion und die Einleitung einer natürlichen Pflanzensukzession. Die aus dieser Heublumensaat – die man übrigens mit Handelssaatgut ergänzte – entstandene Rasengesellschaft war besonders artenreich. 13 Jahre nach der Begrünung bestand sie neben zahlreichen Gehölzen aus 71 Kräutern und Gräsern.

Weil inzwischen die Bergmahd stark zurückging, verlor die Heublumensaat ihre einstige Bedeutung fast völlig. Sie ist daher heute nur mehr in hochgelegenen Gebieten zusätzlich zur Bereicherung des Handelssaatgutes für Ansaaten oder für andere Sonderfälle zu empfehlen.

Ein derartiger Sonderfall war die Berasung der Böschungen der durch den Schweizerischen Nationalpark führenden Straße. Das Nationalparkgesetz verbietet die Einfuhr jeder Pflanze in den Park, weshalb für die genannte Begrünung nur innerhalb des Parks anfallende Sämereien benützt werden durften. Dazu sammelte man die Heublumen aus allen vorhandenen Mähwiesen und siebte sie aus. Diese ausgesiebten und daher samenreicheren Heublumen brachte man anstelle des Handelssaatgutes mit einer Mulchsaat aus. Der Erfolg war gut und die geschaffenen Rasen entsprachen weitgehend den vorhandenen Wiesenbeständen (Abb. 5).

3.3 Normalsaat

Saatgut wird von Hand oder maschinell ausgestreut und in den Boden leicht eingearbeitet oder eingewalzt.

Die Gefahr der Verwehung, Abschwemmung, Austrocknung bzw. Verlust durch Vogelfraß ist groß. Daher kann die Normalsaat nur dort angewandt werden, wo noch Oberbodenschichten (Mutterboden) erhalten sind bzw. vorher angedeckt wurden.

Auf Steilböschungen sind weder die Normalsaat noch Andecken von Oberbodenschichten zweckmäßig, weil es schon bei mäßigen Niederschlägen zu Abschwemmungen und zur Rillenbildung kommen kann (Abb. 6).

3.4 Naß-Saaten

In Tanks wird mit Rührwerken das Saatgut mit Bodenverbesserungsmitteln (Torf, Erden, Lehm, Dünger etc.), Festigern und Wasser vermischt und mit einer Pumpe auf die Böschungen gespritzt. Die Aufwandmenge der einzelnen Stoffe richtet sich nach dem Standort und zwar in erster Linie nach dem Bodenzustand, dem Klima und der Erosions- bzw. Rutschungsgefahr. Wenn große Mengen an Bodenverbesserungsmitteln notwendig sind, werden sie in mehreren Spritzvorgängen aufgebracht, zwischen denen die vorherige Schicht abbinden kann. Das Saatgut mischt man dann der letzten Füllung bei. Naß-Saaten werden vor allem auf solchen Böschungen eingesetzt, die wegen ihrer Steilheit nicht betreten werden können, also z. B. auf Felsböschungen (Abb. 7).

Während ihrer Entwicklungsphase erwiesen sich die Naß-Saaten als sehr empfindlich gegen Austrocknung. Daher eignen sie sich nur für schattseitige Lagen in ausgeglichener Feuchteklima, also im Alpenraum besonders am Alpenrand. In inneralpinen Lagen, wo infolge der hygrischen Kontinentalität mit starker Austrocknung gerechnet werden muß, können Naß-Saaten nur bedingt angewandt werden.

3.5 Mulchsaaten

Unter Mulchsaaten versteht man Saaten, die durch eine klimatisierende Deckschicht aus meist organischen Fasern (in der Regel Stroh) in ihrem Wachstum gefördert werden.

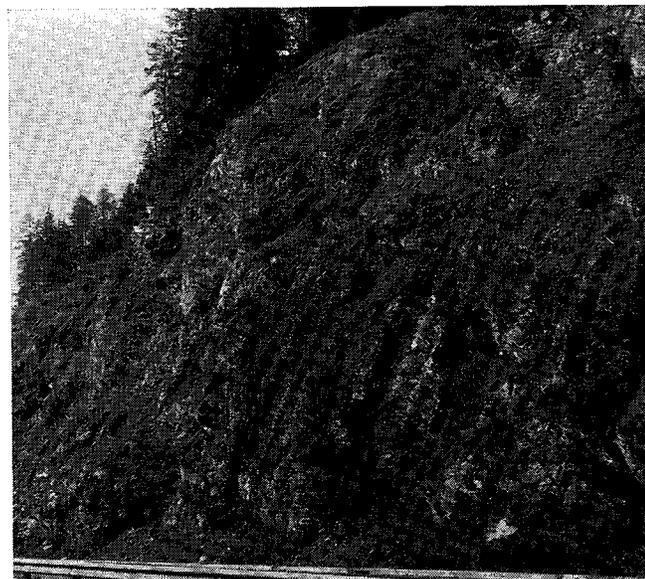


Abb. 5: Mit ausgesiebten Heublumen als Mulchsaat begrünte Straßenböschung im Schweizerischen Nationalpark.



Abb. 6: Starke Rillenerosion in Böschung, die durch Normalsaat nach vorheriger Mutterbodenanddeckung begrünt wurde.

Abb. 7: Durch Naß-Saat begrünte, felsige Steilböschung an der Brennerautobahn.



Die Mulchung mit Hilfe der sogenannten Mulchspreader oder ähnlicher Geräte brachte meist den Nachteil zu geringer Reichweite und die Forderung nach gut erschlossenen Baustellen. Zudem erwies sich eine Mulchschicht aus gehäckseltem Stroh als nur beschränkt wirksam.

Demgegenüber setzte sich im Alpenraum das vom Verfasser entwickelte Mulchsaatverfahren SCHIECHTELN[®], bei dem nur langhalmiges Stroh aufgebracht wird, nicht nur deshalb durch, weil das Aufbringen von Hand annähernd gleich schnell geht, dabei aber der Aufschließungsgrad der Baustelle keine Rolle spielt, sondern vor allem wegen des bedeutend höheren Wirkungsgrades der Mulchschicht. Sie klimatisiert nämlich nicht nur besser durch Ausgleich der Temperatur- und Feuchteextreme, sondern sie erzeugt auch eine höhere Luftfeuchte durch Kondensation und ist äußerst widerstandsfähig gegen mechanische Einflüsse, z. B. Schlagregen und Hagel. Extreme Standorte werden aus diesem Grunde im Alpenraum vorwiegend mit dem genannten Mulchsaatverfahren begrünt (Abb. 8).



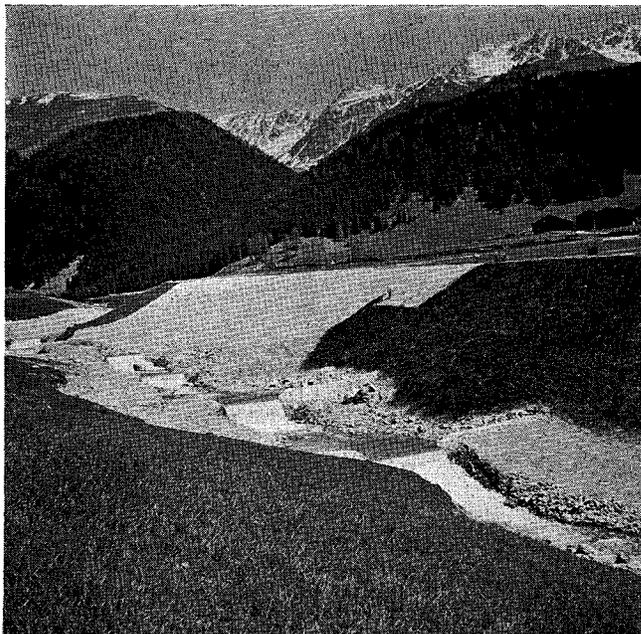
Abb. 8: Mulchsaat (SCHIECHTELN) im Hochgebirge.

4.0 Kosten der Berasungen

Wenn auch die einzelnen Berasungsverfahren je nach Baustelle und Flächengröße in ihren Kosten differieren, so kann doch ein ungefährender Durchschnittspreis angenommen werden. Er liegt heute bei Naß- und Mulchsaaten in Größenordnungen von 6,- bis 7,- S/m². Normalsaaten sind natürlich billiger, doch erfordert die zu ihrer Anwendung notwendige Andeckung von Oberboden einen noch höheren Aufwand.

Im Vergleich zu den Stablbauweisen sind Berasungen sehr billig. So kostet z. B. ein Laufmeter Flechtzaun oder Heckenbuschlage heute etwa gleich viel wie 15 bis 20 m² Berasung. Berasungen und besonders die Ansaaten wurden in den letz-

Abb. 9: Mulchsaat (SCHIECHTELN) zur Schaffung einer Mähwiese im Dauergrünland.



ten Jahren entscheidend verbilligt durch die gewonnene praktische Erfahrung in schwierigem Gelände und auf ungünstigen Standorten und durch die damit verbundene größere Erfolgssicherheit sowie durch die Konkurrenz der ausführenden Firmen.

5.0 Einsatz der Berasungsmethoden im Landschaftsbau

Die verschiedenen Berasungsmethoden setzt man vor allem überall dort ein, wo Rasen als Endstadium erwünscht ist, also z. B. im bewirtschafteten Grünland (Abb. 9), im Straßenbau dort, wo freie Sicht erhalten bleiben muß, auf Skipisten und anderen Wintersportanlagen (Abb. 10), in Lawinengebieten, wo kein Baumwuchs möglich ist und in Geländeabschnitten, die aus landschaftsarchitektonischen Gründen offen bleiben sollen. Auf allen übrigen Flächen, wo also das Ziel ein Wald oder ein Strauchbestand ist, wird heute in der Regel als erste Sicherheitsmaßnahme zur Festlegung der Flächen und zum Abstoppen der Erosion eine Berasung ausgeführt. Da sich die Berasungen sehr rasch entwickeln, erfüllen sie in kürzester Zeit die gestellten Anforderungen und können als Ausgangsbasis für alle weiteren Maßnahmen dienen (Abb. 11). Die Berasungsverfahren sind entsprechend ihrem unterschiedlichen Wirkungsgrad auf den einzelnen Teilflächen einzusetzen. Selbstverständlich gehört zur Abstimmung auf Wirkung und Zielvorstellung auch die Zusammenstellung der geeigneten Samenmischungen bei Ansaaten.

6.0 Offene Probleme

Derzeit ist wohl noch die Pflege des größte Problem der geschaffenen Rasenflächen. Denn ein regelmäßiger Rasenschnitt zur gleichzeitigen Nutzung für Futterzwecke wäre zwar die beste Art der Pflege, ist aber heute nur auf maschinell bearbeitbaren, also flachen oder ebenen Flächen durchzusetzen.

Ein Ausweg wäre die Beweidung. Hierfür kämen in erster Linie Schafe in Betracht, weil sie infolge ihres geringen Körpergewichtes keine so schweren Trittschäden verursachen wie Rinder und Pferde. Wenn man bedenkt, daß in den letzten Jahren in Tirol über 100 ha/Jahr allein für Skipisten gerodet und berast wurden, so wird der Wunsch verständlich, diese großen Flächen so zu pflegen, daß sie gleichzeitig einen Nutzen abwerfen (Abb. 10).

Bisher gelang dies nicht befriedigend. Denn selten stehen derart große zusammenhängende Flächen zur Verfügung, daß sich die Schafweide auf einer einzigen Skipiste lohnt. Überdies eignen sich unsere Bergschafe meistens nicht, weil sie im Sommer in höhere Gebirgslagen drängen und nur durch Zwang in talnahen Flächen gehalten werden können, was kostspielige Einzäunungen erfordert. Auf den Skipisten der Schmitzenhöhebahn in Zell am See wurde vor zwei Jahren versuchsweise die Rasenpflege durch Beweidung mit hollän-

Abb. 10: Beispiel einer berasteten Skipiste, die von einer Alpe aus (im Bild rechts unten) genutzt und damit gepflegt wird.



dischen Tieflandschaften eingeführt. Bisher zeigte sich, daß eine Abkoppelung unerlässlich ist, damit eine gleichmäßige Abweidung erreicht wird. Für die Überwinterung der Schafe müssen beträchtliche Futtermengen verfügbar sein und auch die Vorweide im Frühling muß in klimatisch günstigen Lagen gesichert sein. Eine weitere Möglichkeit für die Verringerung der Pflegeaufwendungen wären Züchtungen niedrig bleibender Kräuter. Zwar stehen uns bereits brauchbare Gräser für die Schaffung pflegearmer Niederrasen zur Verfügung, doch benötigen wir gerade im alpinen Landschaftsbau aus den schon genannten Gründen der Bodenfestigung und Verbesserung des Wasserhaushaltes vor allem Leguminosen für unsere Samenmischungen. Hier wären aus den Gattungen *Medicago*, *Onobrychis*, *Anthyllis* und *Lotus* Sorten erwünscht, die zwar ihre Eigenschaft behalten, extensive Wurzelsysteme auszubilden, gleichzeitig aber möglichst niederliegende Triebe entwickeln.

Auch bei sogenannten Kurzrasenmischungen kann aber die spontane Einwanderung unerwünschter, weil die Weiterentwicklung zum Wald fördernder Pflanzenarten aus den umgebenden Beständen nur durch regelmäßige Eingriffe verhindert werden (Mahd, Behandlung mit wuchshemmenden Chemikalien, Brand).

Eine Untersuchung in zahlreichen Berasungen ergab, daß in der Regel schon im 3. Jahr mehr spontan eingewanderte Arten vorhanden sind als aus der Ansaat stammende. Zu diesem Zeitpunkt ist ihre Flächendeckung noch gering. Nach etwa zehn Jahren sind jedoch rund dreimal so viele spontan eingewanderte Arten als angesäte vertreten und sie bedecken nun meist auch mehr als die Hälfte der Fläche.

Die Ursache dafür liegt sicher in der oft mangelnden Eignung des Handelssaatgutes, das ja fast nie aus dem Alpenraum stammt und daher in seiner Vitalität den angepaßten Arten unterliegt. Andererseits ist auch der Anflug von Samen infolge der starken Vegetationsgliederung im Gebirge und des damit verbundenen Artenreichtums bedeutend höher als etwa im Flachland.

Im übrigen scheint mir das Hauptproblem immer noch in der Tatsache zu liegen, daß wir heute zwar ausgezeichnet wirksame und billige Berasungsmethoden kennen, daß dies aber aus Gründen der ungeklärten Zuständigkeit und des Geldmangels nicht genügend ausgenutzt wird. Zahlreiche, seit vielen Jahren bloß liegende und Erosionsherde bildende Flächen werden daher nicht begrünt, obwohl oft genug ihre rasche und rechtzeitige Berasung bedeutend billiger käme als die Sanierung nach Eintritt größerer Schadensereignisse. Von einer echten Katastrophen-Vorbeugung sind wir deshalb trotz der verdienstvollen Bemühungen der Wildbach- und Lawinverbauung, die sich aber auf den unmittelbaren Wildbachbereich beschränkt, vielfach noch sehr weit entfernt.

Literatur

- CZELL, A., 1972: Wasserhaushaltsmessungen in subalpinen Böden. Mitt. d. Forstl. Bund. Vers. Anst. Wien. H. 98. 109 S.
 DUILE, J., 1834: Über die Verbauung der Wildbäche in Gebirgsindern. Innsbruck.
 GAMS, H., 1939: Die Wahl zur künstlichen Berasung und Bebuschung von Bachbetten, Schutthängen und Straßenböschungen geeigneten Pflanzen des Alpengebietes.
 GAMS, H., 1940: Die natürliche und künstliche Begrünung von Fels und Schutthängen in den Hochalpen. Forschungsarbeiten aus dem Straßwesen. Berlin.
 SCHIECHTL, H. M., 1972: Probleme und Verfahren der Begrünung extremer Standorte im Voralpen- und Alpenraum. Rasen-Turf-Gazon. H. 1, 1-6.
 SCHIECHTL, H. M., 1973: Sicherungsarbeiten im Landschaftsbau. Callwey-Verlag München (dort weitere Literatur zitiert).
 WEINZIRL, 1906: Der alpine Versuchsgarten auf der Sandlingalpe. Bußdesanst. f. Pflanzenbau. Wien.

Zusammenfassung

Im Alpenraum werden Rasensaat erst seit ca. 15 Jahren großflächig im Landschaftsbau angewandt. Untersuchungen über den technischen und ökologischen Wirkungsgrad von Rasen ergaben, daß die gute Erosions-Schutzwirkung vor allem auf der raschen Entwicklung der Ansaaten und ihrer Flächenhaftigkeit (Vielzahl von Einzelpflanzen je m²) beruhen. Auch die Bodenbindung und -festigung durch die Wurzeln kann sehr wirkungsvoll sein, sofern Samenmischungen verwendet werden, an denen flach- und tiefwurzelnde Gräser und Kräuter beteiligt sind, so daß ein mehrschichtiges Wurzelsystem erzielt wird.



Abb. 11: Sicherungsarbeiten in Wildbachgebieten: nach technischer Verbauung Flächensicherung durch Mulchsaat; ein Jahr später Aufforstung mit Grünerlen und Nadelbäumen.

Der behauptete rasche Wasserabfluß aus Rasen war bisher vielfach der Grund, warum Ansaaten ein geringer technischer Wirkungsgrad zuerkannt wurde. Untersuchungen ergaben, daß dies nur bei niederen, dichten Rasen mit einschichtigem Wurzelprofil zutrifft. Auf gut gepflegten Wiesen mit mehrschichtigem Wurzelsystem entsprechen die Abflußverhältnisse weitgehend jenen in Wäldern und Strauchbeständen. Stark beweidete, dichte Kurzrasen sollten daher nur dort verwendet werden, wo es unbedingt erforderlich ist. Wegen der raschen Entwicklung und der hohen Resistenz gegen klimatische Extreme sowie mechanische Beanspruchungen bewährte sich im Landschaftsbau des Alpenraumes vor allem das Mulchsaatverfahren SCHIECHTELN®. Meist werden Rasensaat als erstes Mittel für das Abstoppen der Erosion eingesetzt; durch weitere ingenieurbioologische Arbeiten wird das angestrebte Ziel der Sicherungsarbeiten erreicht. Rasen als Endstadium wird für Skipisten und andere Wintersportanlagen, im bewirtschafteten Grünland, an Straßen, wo freie Sicht erhalten bleiben muß, in Lawinenbahnen und auf solchen Flächen angestrebt, die aus landschaftsarchitektonischen Gründen offen bleiben sollen. Die Erhaltung dieser Rasenflächen verursacht Pflegeprobleme, die zum Teil noch ungelöst sind.

Summary

Turf seed has been used on a larger scale in the Alpine region only for the past 15 years in landscape gardening. When examining the technical and ecological effects of turf it was noticed that the good protection against erosion is mainly due to the quick emergence and development of the seed after sowing and to the fact that it spreads fast (great number of individual plants per square meter). The roots can also play a vital role in increasing compactness and firmness of the soil, provided seed mixtures are used with a certain proportion of shallow-rooted and deep-rooted grasses and herbs, so that a multi-layer root-system develops. Quite frequently the seed was considered to have an only minor technical effect because of the apparently rapid drain of water from the turf. When examining this question, it was found, however, that this applies to low, dense turfs only with a one-layer root profile. The drain of water from wellmanaged meadows with a multi-layer root system is in most instances comparable to that in forests and shrubs. Heavily grazed, dense and short turfs should therefore only be used whenever it is inevitable. Because of the quick development and the high resistance against extremes in climatic conditions and mechanical wear and tear the mulch sowing process by Schiechteln proved particularly suitable in landscape gardening in the Alpine region.

Turf seed is mostly used as a first aid in soil conservation. The envisaged objective of consolidation is then reached by additional engineering and biological work. Turf as a final stage is the final objective for skiing slopes and other winter sports grounds, for grassland to be grazed, for road banks where a free outlook is needed, for avalanche courses and areas which must remain open for reasons of landscape architecture. The maintenance of these turfs, however, raises problems of management, some of which remain still unsolved.

Die Wurzelentwicklung unter Rasengräserarten und -sorten

2. Teil

P. Boeker, Bonn

c) Wurzelmassenentwicklung unter *Poa pratensis*

In den Untersuchungen standen 18 Sorten und Stämme, davon vier in zwei Herkunftsfällen von verschiedenen Lieferanten. Aus der mehr oder weniger guten Übereinstimmung der Ergebnisse der Doppeluntersuchungen lassen sich Vermutungen über die Zuverlässigkeit des Untersuchungsverfahrens bzw. die Homogenität des gelieferten Saatguts ableiten. Eine Sorte, BRABANTIA, (Nr. 5) gehörte zur Art *Poa nemoralis*. Folgende Sorten wurden untersucht:

- | | |
|--------------------------|-------------------|
| 1. Arista, a + b | 10. Golf |
| 2. Barkenta | 11. Merion, a + b |
| 3. Baron | 12. Olympris |
| 4. Birka | 13. Primo |
| 5. Brabantia (P. nemor.) | 14. Sydsport |
| 6. Campus, a + b | 15. Windsor W 375 |
| 7. Captan | 16. Stamm E |
| 8. Delft | 17. Stamm F |
| 9. Fylking, a + b | 18. Stamm G |

Wie bei den anderen Arten befinden sich in der vorstehenden Aufstellung auch bisher nicht für die Bundesrepublik zugelassene Sorten und Stämme.

Die Sorten zeigten nach der Ansaat eine sehr verschiedene Entwicklung und Ausdauer. Besonders durch den Befall mit dem Pilz *Helminthosporium* traten verschiedentlich Ausfälle ein, so daß *Poa annua* in die lückigen Bestände einwanderte. Die Probenahme erfaßte in diesen Fällen die Restbestände der angesäten Sorten und Stämme. Einige Parzellen zeigten, auch noch aus anderen Gründen, bei den letzten Probenahmeterminen jedoch so wenig Aufwuchs, daß auf ihre Untersuchung verzichtet werden mußte. Bei 3 dieser 4 Sorten waren aber andere Parzellen als Parallelen vorhanden, die sehr ähnliche Wurzelwerte brachten. Die Ergebnisse der Wurzeluntersuchungen in absoluten Zahlen bringen die Tabellen 9a und 9b.

Die Sorten sind in den Tabellen so angeordnet, daß diejenigen mit den höchsten Wurzelwerten an der Spitze stehen. Im Durchschnitt gesehen, sind die Werte bei *Poa pratensis*, die höchsten, die bei diesen Untersuchungen gefunden wurden. Besonders hoch sind die Wurzelwerte in der obersten Schicht

Tabelle 9 b: Wurzelmasse bei Sorten und Stämmen von *Poa pratensis*

in dz/ha sand- und aschefreie Wurzel-trockenmasse

Schichttiefen a = 0 - 5 cm
b = 5 - 10 cm
c = 10 - 15 cm
d = 15 - 20 cm

lfd. Nr.	Sort. Nr.	Juli 1972				Oktober 1972			
		a	b	c	d	a	b	c	d
1	14	196,41	10,24	5,19	3,51	143,89	6,36	4,20	1,41
2	3	152,92	10,59	5,09	4,13	156,41	7,92	4,75	3,20
3	9a	161,72	9,18	4,00	2,53	189,77	10,58	5,63	6,08
4	9b	-	-	-	-	-	-	-	-
5	16	121,63	7,86	4,16	3,41	140,60	6,61	3,03	1,93
6	6a	138,09	5,49	3,96	2,60	148,98	6,13	3,28	2,44
7	11a	158,17	9,31	5,33	3,39	92,01	4,72	1,43	2,09
8	17	130,24	7,21	4,16	3,49	130,93	7,30	3,87	4,01
9	10	-	-	-	-	-	-	-	-
10	11b	133,88	7,54	4,38	3,16	-	-	-	-
11	4	163,30	8,33	4,79	3,23	146,06	5,30	4,85	4,00
12	8	130,21	6,85	3,74	2,56	105,48	7,12	3,88	2,87
13	12	141,36	7,51	3,24	3,39	127,21	4,96	3,69	2,01
14	18	109,07	7,54	4,26	2,48	98,45	6,96	3,59	2,38
15	1a	121,73	5,28	2,57	2,13	140,02	6,71	3,48	2,84
16	6b	139,26	5,64	3,52	2,02	102,84	3,61	1,52	1,02
17	1b	109,07	5,02	2,78	1,77	-	-	-	-
18	13	120,25	9,09	6,33	3,58	89,87	4,45	1,85	0,87
19	2	90,08	8,61	2,93	2,39	87,28	5,77	3,07	4,53
20	7	101,63	5,17	2,61	1,49	131,33	4,14	2,92	1,78
21	15	116,78	7,83	3,30	2,88	88,34	2,92	2,79	0,89
22	5	105,59	5,42	3,51	2,59	95,09	5,30	1,89	2,55
Mittel		132,07	7,48	3,99	2,78	123,03	5,93	3,32	2,61
GD 5 %		37,65	2,84	1,64	1,13	28,49	2,59	2,45	3,04

Schichten ist der übliche Rückgang der Werte zum Herbst hin, der durch die dann schon beginnende Zersetzung bedingt ist, von 0-5 cm. Was schon bei Phleum beschrieben wurde, trifft auch für diese Art in analoger Weise zu. *Poa pratensis* entwickelt mit fortschreitendem Alter viele Rhizome, die sich dicht an der Bodenoberfläche befinden, so daß es hier zu einer Anhäufung von organischer Masse kommt, die in lebende und tote Substanz zu unterscheiden unmöglich ist. Ferner wäre es nur bei unvertretbar hohem Aufwand möglich gewesen, zwischen Wurzeln und Rhizomen und den ebenfalls hier zum Teil noch vorhandenen Triebbasen zu unterscheiden. Die hohen Mengen an „Wurzelmasse“, die *Poa pratensis* in der obersten Bodenschicht entwickelt, lassen aber erkennen, worauf vermutlich die gute Tritt- und Trockenheitsresistenz und das vorzügliche Regenerationsvermögen dieser Art beruht.

Wie bei den schon behandelten Arten ist auch bei *Poa pratensis* zu sehen, daß die Rangordnung der Wurzelmassenentwicklung in den verschiedenen Bodenschichten etwas wechselt (Tabelle 10).

Es gibt einige Sorten und Stämme, die in allen Schichten relativ hohe Wurzelmassen entwickeln, während andere immer nur relativ geringe Mengen zeigen. Am schlechtesten schnitt hierbei die Sorte Brabantia (Nr. 5) ab, die zu der Art *Poa nemoralis* gehört und die dem im Versuch benutzten Schnittrhythmus nicht standhalten konnte. Das war allerdings auch nicht zu erwarten.

Besonders hervorzuheben ist, wie gut die Rangordnung der Werte bei den Sorten übereinstimmt, die zweimal im Versuch vertreten waren (Arista, Fylking, Merion); eine Ausnahme machte nur die Sorte Campus. Bei der Sorte Golf, die jedoch nur zu drei Terminen untersucht werden konnte, zeigt sich die Neigung, in der obersten Bodenschicht wenig, in den unteren Schichten jedoch relativ viel Wurzelmasse auszubilden.

Über den zeitlichen Verlauf der Wurzelmassenentwicklung gibt die Tabelle 11 Hinweise:

Bis Juli 1972, also bis zum dritten Jahr nach der Ansaat stieg die Wurzelmasse in allen Schichten bis 20 cm Tiefe noch an, besonders stark in der obersten Bodenschicht. In den tieferen

Tabelle 9 a: Wurzelmasse bei Sorten und Stämmen von *Poa pratensis*

in dz/ha sand- und aschefreie Wurzel-trockenmasse

Schichttiefen a = 0 - 5 cm
b = 5 - 10 cm
c = 10 - 15 cm
d = 15 - 20 cm

lfd. Nr.	Sort. Nr.	Dez. 1970		Juni 1971		November 1971		d		
		a	b	a	b	a	b			
1	14	66,73	6,91	100,09	8,46	4,26	133,99	7,25	2,97	1,67
2	3	68,36	4,65	89,49	7,55	4,13	160,46	6,94	2,43	0,95
3	9a	68,10	6,59	115,27	9,93	5,12	130,24	8,98	2,19	0,79
4	9b	43,63	5,52	76,86	7,66	4,69	154,23	9,22	4,54	2,00
5	16	74,68	6,99	88,98	7,06	4,19	125,33	7,31	3,02	1,35
6	6a	61,47	8,13	91,91	7,72	4,47	114,18	6,21	2,66	1,42
7	11a	57,88	4,94	103,85	6,30	3,61	109,04	6,72	3,18	1,57
8	17	57,66	4,68	83,02	6,60	3,67	90,18	5,43	2,67	1,62
9	10	52,86	5,77	49,25	6,45	4,05	68,27	7,78	5,07	2,46
10	11b	69,58	5,87	89,03	6,14	2,88	125,69	4,41	2,62	2,01
11	4	57,32	4,24	98,86	5,88	2,70	132,45	4,28	1,52	0,69
12	8	60,91	5,31	72,23	8,68	3,81	63,72	4,45	2,02	0,82
13	12	59,91	5,88	72,13	5,47	3,45	156,10	4,37	2,05	1,23
14	18	57,66	6,04	67,98	6,15	3,46	88,68	5,85	1,87	1,02
15	1a	55,33	5,67	74,55	6,32	2,84	111,40	3,70	1,26	0,78
16	6b	55,44	4,19	74,39	7,17	3,51	111,31	7,05	2,54	1,18
17	1b	53,31	4,92	74,11	8,65	3,67	134,10	5,11	2,09	1,25
18	13	58,23	2,91	76,45	7,11	3,28	83,62	2,93	1,12	0,33
19	2	62,42	4,21	82,94	4,19	1,90	105,40	2,97	0,78	0,24
20	7	61,46	4,61	78,84	3,84	2,18	105,23	4,82	1,40	0,56
21	15	23,90	3,68	65,34	5,72	3,55	98,89	2,91	1,10	1,00
22	5	50,00	4,31	71,70	5,34	2,06	94,19	2,99	1,33	0,48
Mittel		59,40	5,28	82,14	6,75	3,52	113,49	5,53	2,29	1,16
GD 5 %		14,48	2,92	19,61	2,13	1,18	38,18	2,68	1,32	0,89

Tabelle 10:

Poa pratensis: Rangfolge der Sorten nach abnehmender Wurzelmenge, n = 22

Sorte Nr.	Sortenname	Rangfolge in den Schichten:				
		0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm	0-20 cm
6	Sydsport	4	2	2	6	1
1	Baron	2	5	5	5	2
11	Fylking a	1	1	4	12	3
21	Fylking b	14 ⁺⁺	3	1	2	4
15	Stamm E	7	4	6	8	5
12	Campus a	6	7	8	9	6
18	Merion a	3 ⁺	13	11	4	7
9	Stamm F	11	11	7	3	8
22	Golf	22 ⁺⁺	6	3	1	9
10	Merion b	8	10	9	7	10
7	Birka	5	17	12	11	11
3	Delft	16	8	10	13	12
5	Olympriisp	9	15	14	10	13
14	Stamm G	19	9	13	14	14
13	Arista a	10	14	19	19	15
16	Campus b	13	16	15	21	16
17	Arista b	18 ⁺	12	17	20	17
8	Primo	17	18	16	18	18
2	Barkenta	15	19	22	15	19
4	Captan	12	21	21	22	20
19	Windsor W 375	20	22	18	16	21
20	Brabantia	21	20	20	17	22

+) nur 4 Termine

++) nur 3 Termine

Tabelle 11:

Wurzelmassenentwicklung unter *Poa pratensis*

Zeit der Probenahme		in dz/ha Trockenmasse				Sa.
		0-5	5-10	10-15	15-20	
Dezember 1970		59,40	5,28	—	—	64,68
Juni 1971		82,14	6,75	3,52	—	92,41
November 1971		113,49	5,53	2,29	1,16	122,47
Juli 1972		132,07	7,48	3,99	2,78	146,32
Oktober 1972		123,03	5,93	3,32	2,61	134,89
Mittel:		102,03	6,19	3,28	2,18	

zu erkennen. Der Anteil der Wurzeln an der Gesamtmasse beträgt jedoch in den Schichten von 5-20 cm nur rund 10 Prozent, bedingt durch die besonders hohen Werte in der obersten Schicht.

Auch für diese Art sei ein Hinweis auf die mögliche Schwankungsbreite der Werte an Hand der Ergebnisse des letzten Untersuchungstermins gegeben.

Tabelle 12:

Schwankungsbreite der Wurzelwerte (Oktober 1972)

Schichttiefe	dz/ha Trockenmasse	GD. 5 %
0-5 cm	87,28-189,77	28,44
5-10 cm	3,61-10,58	2,59
10-15 cm	1,43-5,63	2,45
15-20 cm	0,87-6,08	3,04

Es läßt sich hieraus gut erkennen, daß sich eine größere Reihe von Sorten statistisch gut gesichert auch an Hand ihrer Wurzelentwicklung unterscheiden läßt.

d) Wurzelmassenentwicklung bei *Festuca rubra*

Bei der Art *Festuca rubra* wurden insgesamt 28 Sorten und Stämme untersucht, davon zwei Sorten aus je zwei Herkünften. Von den Sorten gehörten 13 zur Unterart *Festuca rubra rubra* (ausläufertreibender Rotschwengel) und 17 zur Unterart *Festuca rubra commutata* (Horstrotschwengel). Im einzelnen handelte es sich um folgendes:

- | | |
|----------------|-----------------|
| 1. Agio | 10. Lirouge |
| 2. Barfalla | 11. Noro |
| 3. Bargena | 12. Novorubra |
| 4. Brabantia | 13. Odra |
| 5. Erika | 14. Oase, a + b |
| 6. Koket | 15. Pennlawn |
| 7. Liebenziger | 16. Polo |
| 8. Lifalla | 17. Rasengold |
| 9. Linora | 18. Reptans |

- | | |
|----------------------------|-------------|
| 19. Rubin | 24. Stamm K |
| 20. Sceempter | 25. Stamm L |
| 21. Topie-Highlight, a + b | 26. Stamm M |
| 22. Stamm H | 27. Stamm N |
| 23. Stamm J | 28. Stamm O |

Auch in der vorstehenden Aufstellung befinden sich eine Reihe bisher nicht in der Bundesrepublik Deutschland zugelassener Sorten und Stämme, von denen aber einige zur Zeit in den Prüfungen des Bundessortenamtes stehen.

Nach der Ansaat bildeten sich bei allen Sorten und Stämmen bald dichte Parzellen, die im Laufe der Untersuchungszeit auch weitgehend geschlossen blieben, so daß die exakte Probenahme keine größeren Schwierigkeiten machte. Ausfälle durch stärkeren Krankheitsbefall traten nicht ein. Bei nicht ausreichender Schnittverträglichkeit wanderte im Laufe der Zeit *Poa annua* ein. Vergleicht man die Entwicklung der Herkünfte des ausläufertreibenden mit denen des horstbildenden so zeichneten sich im Durchschnitt gesehen die Parzellen des Horstrotschwengels durch größere Dichte, eine größere Ausgeglichenheit und damit einen besseren Gesamteindruck aus. Es gab jedoch eine Reihe von Sorten des ausläufertreibenden Rotschwengels, die hierbei ebenfalls gute Bonitierungswerte erreichten.

Die Ergebnisse der Wurzeluntersuchungen in absoluten Werten, ausgedrückt als Trockenmassenertrag je Hektar bringen die Tabellen 13a und b. An der Spitze der Tabelle stehen die Sorten mit den durchschnittlich höchsten Werten im Verlauf der gesamten Untersuchungszeit.

Auch von der Art *Festuca rubra* werden beträchtliche Wurzelmassen ausgebildet, die jedoch nicht die Gesamtmengen erreichen wie bei *Poa pratensis* und *Phleum pratense*. Auch ist die vertikale Verteilung ein wenig anders. In der obersten Schicht von 0-5 cm befinden sich rund 85% aller Wurzeln, während es bei den beiden genannten anderen Arten rund 90% waren. Betrachtet man die Ergebnisse für die Unterarten *rubra* und *commutata* getrennt, so wird deutlich, daß der ausläufertreibende Rotschwengel in der obersten Bodenschicht

Tabelle 13 a: Wurzelmasse bei Sorten und Stämmen von *Festuca rubra*

in dz/ha sand- und aschefreie Wurzel-trockenmasse

Schichttiefen a = 0 - 5 cm
b = 5 - 10 cm
c = 10 - 15 cm
d = 15 - 20 cm

Ifd. Nr.	Sort. Nr.	Dez. 1970		Juni 1971			November 1971			
		a	b	a	b	c	a	b	c	d
1	8	35,06	7,78	46,12	7,52	5,24	110,09	6,05	5,23	2,05
2	19	30,63	4,126	48,25	10,06	5,29	103,15	6,73	4,10	2,48
3	17	38,66	6,27	37,41	7,87	4,85	93,36	8,18	5,56	3,65
4	13	41,79	5,75	60,89	7,04	4,31	83,79	7,50	5,01	1,90
5	22	29,26	6,74	45,12	8,27	4,31	87,91	7,72	3,62	1,70
6	7	47,73	5,36	58,24	5,77	4,34	87,64	8,89	2,97	1,73
7	2	29,39	7,53	35,73	7,39	5,98	62,56	6,75	3,62	2,28
8	23	33,53	7,80	53,23	8,46	5,05	80,90	8,57	4,03	1,52
9	20	46,44	7,01	47,90	5,53	5,19	116,07	7,33	3,48	2,67
10	1	48,06	5,76	55,49	6,74	3,74	97,15	5,90	4,04	2,28
11	15	40,68	6,13	52,88	8,52	4,87	62,50	9,12	3,93	2,21
12	18	45,38	3,742	48,61	5,86	3,82	102,82	6,51	3,06	1,66
13	24	28,73	8,54	43,68	7,47	4,50	139,88	9,12	4,34	2,90
14	25	33,76	6,28	52,38	6,29	4,55	95,00	6,09	4,48	2,08
15	11	39,66	6,87	41,65	7,11	4,05	82,26	7,67	3,40	1,71
16	5	48,36	5,73	51,23	5,44	3,34	84,62	5,82	2,65	1,29
17	26	47,64	6,55	64,52	5,37	3,18	87,01	4,60	3,43	1,28
18	27	42,00	6,84	53,19	8,33	5,76	82,45	6,43	2,14	1,03
19	14a	34,49	6,60	37,67	6,22	4,38	86,17	7,66	3,69	2,28
20	21a	26,71	8,17	43,29	7,59	5,01	53,30	6,69	3,78	2,39
21	21b	29,94	6,87	43,64	7,55	5,55	101,48	6,46	2,56	1,86
22	16	47,52	6,45	59,21	5,82	3,70	87,73	5,32	2,96	1,71
23	3	52,26	4,87	70,17	7,27	3,48	100,83	3,99	1,36	0,89
24	28	49,90	3,095	59,36	5,32	3,61	106,89	4,79	2,12	1,32
25	6	31,52	7,37	48,82	6,43	3,30	77,28	6,00	3,37	1,73
26	10	31,50	7,87	45,10	7,24	3,79	49,30	5,54	4,48	1,91
27	12	50,07	4,60	48,29	4,17	3,57	91,54	4,45	2,54	1,60
28	9	33,53	5,35	38,50	5,64	3,90	77,93	6,47	3,56	2,27
29	4	37,60	6,94	40,31	6,14	3,14	109,74	6,46	3,02	1,03
30	14b	32,33	7,08	60,55	6,64	4,10	93,98	4,78	2,80	1,45
Mittel		38,47	6,34	49,71	6,84	4,33	90,01	6,59	3,51	1,90
GD 5 %		12,81	2,12	17,05	2,28	1,31	45,64	3,37	2,08	1,21

Tabelle 13 b: Wurzelmasse bei Sorten und Stämmen von *Festuca rubra* in dz/ha sand- und aschefreie Wurzel-trockenmasse

Schichttiefen a = 0 - 5 cm
b = 5 - 10 cm
c = 10 - 15 cm
d = 15 - 20 cm

lfd. Nr.	Sort. Nr.	Juli 1972				Oktober 1972			
		a	b	c	d	a	b	c	d
1	8	105,38	7,84	4,22	1,95	104,08	8,02	5,02	4,50
2	19	-	-	-	-	-	-	-	-
3	17	87,49	8,91	4,80	3,07	101,21	9,58	5,78	4,53
4	13	118,88	8,20	4,53	3,14	92,16	12,51	4,33	4,78
5	22	91,69	10,36	5,09	4,31	118,05	11,37	7,14	3,03
6	7	137,99	8,85	6,24	4,77	93,58	8,65	5,08	2,94
7	2	126,78	9,23	4,53	3,52	125,57	8,62	5,15	2,60
8	23	75,01	6,35	4,07	1,92	113,54	11,69	5,27	3,75
9	20	65,53	5,80	2,07	1,30	142,15	10,53	5,00	3,45
10	1	142,41	9,77	7,32	5,48	83,61	7,92	4,92	2,90
11	15	66,40	7,34	4,05	2,55	90,00	9,84	4,42	2,78
12	18	91,99	7,73	3,25	2,24	123,82	9,40	7,21	4,59
13	24	33,35	5,01	3,41	1,36	114,22	7,78	5,36	2,71
14	25	96,04	7,72	3,75	2,16	72,30	8,48	4,85	3,19
15	11	82,88	9,16	5,66	2,50	93,67	8,78	4,97	2,72
16	5	148,78	9,43	6,14	2,85	122,76	8,63	5,38	2,56
17	26	127,64	13,15	7,20	5,53	97,16	6,01	3,59	2,83
18	27	94,71	6,31	2,85	1,81	107,76	8,00	5,07	4,02
19	14a	86,40	6,63	3,80	2,65	-	-	-	-
20	21a	42,34	4,71	2,49	1,17	94,13	7,52	4,20	3,54
21	21b	85,21	6,13	2,36	0,84	124,17	7,82	4,34	5,34
22	16	108,24	7,45	4,68	3,63	111,88	6,17	3,97	2,68
23	3	131,70	5,08	3,09	1,23	124,87	8,02	5,56	4,16
24	28	143,92	5,87	3,45	2,43	97,64	6,40	5,90	2,45
25	6	77,14	4,55	2,04	1,36	124,83	7,46	5,74	3,19
26	10	61,90	6,92	3,75	2,16	97,37	7,03	3,21	1,80
27	12	129,38	7,63	5,46	3,96	50,93	5,72	2,46	2,26
28	9	64,72	6,00	2,51	1,19	76,08	8,37	4,79	2,48
29	4	64,42	4,64	4,22	2,55	89,91	8,07	3,93	2,48
30	14b	78,68	5,76	3,07	1,48	75,36	7,51	2,51	1,48
Mittel		95,41	7,33	4,14	2,59	101,88	8,42	4,83	3,20
GD 5 %		41,78	2,78	1,94	1,62	38,74	2,95	1,92	1,56

mehr Wurzelmasse ausbildet nämlich 86 % gegenüber 83 % der Gesamtmasse beim Horstrotschwingel. Diese Verhältnisse werden besonders deutlich, wenn man die Rangordnung der Sorten nach abnehmender Wurzelmenge in den verschiedenen Bodenschichten betrachtet (Tabelle 14).

Tabelle 14:

Festuca rubra: Rangfolge der Sorten nach abnehmender Wurzelmenge, n = 30

Sorte Nr.	Sortenname	Rangfolge in den Schichten:				
		0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm	0-20 cm
26	Lifalla	10	7	3	6	1
30	Rubin	14 ⁺⁺	11	1	1	2
21	Rasengold	21	3	2	2	3
25	Odra	12	6	11	3	4
17	Stamm H	18	1	5	8	5
6	Liebenziger	9	10	10	5	6
14	Barfalla	23	9	4	7	7
22	Stamm J	19	2	6	19	8
3	Sceempter	8	14	17	9	9
7	Agio	4	17	8	22	10
10	Pennlawn	24	4	12	11	11
11	Reptans	7	19	15	10	12
15	Stamm K	22	8	7	15	13
24	Stamm L	16	18	9	12	14
29	Noro	25	5	14	18	15
12	Erika	3	20	16	25	16
4	Stamm M	5	25	21	14	17
23	Stamm N	13	13	18	23	18
8	Oase a	26 ⁺	26	13	4	19
20	Topie-Highlight a	15	15	23	16	20
19	Topie-Highlight b	30	12	19	13	21
13	Polo	6	27	25	17	22
1	Bargena	1	28	27	27	23
2	Stamm O	2	30	22	29	24
16	Koket	20	22	26	20	25
28	Lirouge	28	16	20	24	26
5	Novorubra	11	29	28	21	27
27	Linora	29	24	24	26	28
18	Brabantia	27	21	29	28	29
9	Oase b	17	23	30	30	30

+) nur 4 Termine
++) nur 3 Termine

Die bezüglich der Wurzelmassenentwicklung an der Spitze der Tabelle stehenden 5 Sorten gehören alle zum Horstrotschwingel. Sie zeigen in der obersten Bodenschicht nur mittlere Werte, relativ sehr hohe jedoch in den tieferen Schichten. Erst an 6. Stelle folgt mit der Sorte Liebenziger ein ausläufertreibender Rotschwingel, eine Sorte, die zugleich den Vorzug besitzt, auch in den tieferen Bodenschichten noch deutlich über dem Mittel liegende Wurzelmassen zu entwickeln. Die nächst folgenden 2 Sorten gehören wieder zu *Festuca rubra commutata* mit geringeren Wurzelmassen nahe der Bodenoberfläche. Auch bei den dann folgenden anderen Sorten und Stämmen ist jeweils an den Rangordnungsziffern zumeist leicht zu erkennen, ob es sich um den ausläufertreibenden Rotschwingel handelt. Hingewiesen sei nur auf die Sorten mit Rangordnungsziffern bis 11 in der Bodenschicht von 0-5 cm, die alle zu dieser Unterart gehören. Gut ist auch die Übereinstimmung der Rangordnung für die beiden Herkünfte der Sorte Topie, die an 20. und 21. Stelle stehen. Bei den beiden Herkünften der Sorte Oase gibt es dagegen stärkere Abweichungen, die nicht aufgeklärt werden konnten. Im oberirdischen Erscheinungsbild stimmten die Parzellen beider Herkünfte gut überein.

Den zeitlichen Verlauf der Wurzelmassenentwicklung gibt die **Tabelle 15** wieder:

Tabelle 15:

Wurzelmassenentwicklung unter *Festuca rubra*

Zeit der Probenahme	in dz/ha Trockenmasse				Sa.
	Schichttiefe in cm				
	0-5	5-10	10-15	15-20	
Dezember 1970	38,47	6,34	-	-	44,81
Juni 1971	49,72	6,84	4,33	-	60,89
November 1971	90,01	6,59	3,51	1,90	102,01
Juli 1972	95,41	7,33	4,14	2,59	109,47
Oktober 1972	101,88	8,42	4,83	3,20	118,33
Mittel:	75,10	7,10	4,20	2,56	
F. rubra rubra	81,55	6,68	4,05	2,57	94,85
F. rubra commut.	70,33	7,42	4,31	2,55	84,61

Bei *Festuca rubra* ist bis zum letzten Probenahmetermin noch eine Zunahme der Wurzelmenge zu beobachten, die alle Bodenschichten betrifft. Ferner ist auffällig, daß die Abnahme der Wurzelmassen zum Herbst hin nur undeutlich und beim letzten Termin überhaupt nicht in Erscheinung tritt. Die relativ zähen Wurzeln dieser Art zersetzen sich anscheinend nur sehr zögernd im Herbst und Winter.

Aus den Zahlen am Ende der Tabelle geht ferner hervor, daß die Unterart *Festuca rubra rubra* in der obersten Bodenschicht von 0-5 cm erheblich höhere Wurzelmassen entwickelt hat, während in der nächstfolgenden Schicht *Festuca rubra commutata* in der Wurzelbildung überlegen zu sein scheint. In den tieferen Bodenschichten sind die Wurzelmassen bei beiden Unterarten etwa gleich groß. Die absolut höheren Wurzelmassen in den tieferen Bodenschichten könnten ein Hinweis für das meistens etwas bessere Abschneiden des Horstrotschwingels als Rasengras sein.

Auch bei dieser Art sei auf die möglichen Schwankungen der Wurzelwerte bei der letzten Probenahme hingewiesen.

Tabelle 16:

Schwankungsbreite der Wurzelwerte (Oktober 1972)

Schichttiefe	dz/ha Trockenmasse	GD. 5 %
0-5 cm	75,36-142,15	38,74
5-10 cm	6,17- 12,51	2,95
10-15 cm	2,46- 7,21	1,92
15-20 cm	1,48- 5,34	1,56

Die Grenzdifferenzen sind in der obersten Schicht größer als bei den bisher besprochenen Arten, wahrscheinlich weil sich bei *Festuca rubra* besonders viel sich nur langsam zersetzende organische Masse nahe der Bodenoberfläche ansammelt. In den tieferen Schichten entsprechen sie den Werten bei den anderen Grasarten.

e) Wurzelmassenentwicklung unter *Festuca ovina*

Der Schafschwengel besitzt als Rasengras nur eine beschränkte Bedeutung. Die Zahl der zugelassenen Zuchtsorten ist daher bisher nur klein. So wurden in den eigenen Untersuchungen

Tabelle 17: Wurzelmasse bei Sorten und Stämmen von *Festuca ovina*

in dz/ha sand- und aschefreie Wurzel-trockenmasse

Schichttiefen a = 0 - 5 cm
b = 5 - 10 cm
c = 10 - 15 cm
d = 15 - 20 cm

lfd. Sort. Nr.	Dez. 1970	Juni 1971				November 1971			
		a	b	c	d	a	b	c	d
1 10	60,324 5,614	60,79	8,98	4,93	93,68	8,84	3,86	1,89	
2 11	41,617 4,344	63,87	8,70	4,85	109,17	7,64	4,09	2,52	
3 9	43,592 3,172	57,56	7,78	4,36	90,73	6,02	2,91	0,90	
4 1	35,750 7,464	24,18	7,48	4,79	81,72	4,90	2,82	1,77	
5 7	36,750 4,748	25,28	5,74	4,05	87,77	6,34	2,12	1,34	
6 8	40,041 4,935	48,76	5,01	2,42	69,94	4,45	1,70	1,69	
7 5	47,645 4,022	33,49	5,22	2,45	73,18	3,19	1,61	0,23	
8 4	48,853 4,826	42,90	4,83	2,39	74,31	3,63	1,84	0,68	
9 2	38,797 3,587	27,02	2,73	1,14	65,10	3,20	1,12	0,48	
10 6	38,637 1,919	33,02	3,76	2,05	49,32	3,98	1,53	0,57	
11 3	38,870 3,255	25,48	1,69	0,72	50,18	2,49	0,95	0,37	
Mittel	42,807 4,353	40,21	5,63	3,10	76,83	4,97	2,23	1,13	
GD 5 %	9,985 1,598	14,36	1,97	0,90	28,85	2,44	1,52	1,01	

lfd. Sort. Nr.	Juli 1972	Oktober 1972			
		a	b	c	d
1 10	168,42 12,18 7,80 4,67	119,10	11,08	5,56	2,65
2 11	124,63 9,98 6,87 4,19	127,90	8,48	4,64	2,49
3 9	101,23 12,85 6,42 5,17	105,89	9,35	4,28	2,60
4 1	81,36 9,77 4,46 2,94	99,13	11,33	6,68	3,49
5 7	153,80 6,21 3,78 2,31	80,09	5,31	2,92	2,84
6 8	89,07 6,96 2,90 1,86	81,97	5,02	1,56	1,80
7 5	94,02 7,18 3,00 1,77	106,29	6,45	3,44	2,94
8 4	71,98 6,23 2,62 1,98	79,17	3,66	1,29	0,96
9 2	77,70 6,21 3,57 2,44	61,32	2,64	2,26	1,21
10 6	140,41 5,56 2,54 2,11	61,14	3,20	1,56	1,17
11 3	86,24 3,87 2,12 1,55	40,90	2,80	1,14	0,74
Mittel	108,08 7,91 4,19 2,82	87,53	6,30	3,21	2,08
GD 5 %	33,08 2,31 1,66 1,35	48,06	2,57	1,55	1,34

nur 3 Sorten und 8 Zuchtstämme erfaßt und zwar die folgenden:

- | | |
|-------------|--------------------|
| 1. Biljart | 7. F. heterophylla |
| 2. Career | 8. F. firmula |
| 3. Charming | 9. Stamm S |
| 4. Stamm P | 10. Stamm T |
| 5. Stamm Q | 11. Stamm U |
| 6. Stamm R | |

Bei der Sorte Biljart handelt es sich um die Unterart *duriuscula*, bei den anderen zumeist um solche von *tenuifolia*, soweit die Namen nicht andere Varietäten oder Arten bezeichnen. Das untersuchte Material war hier recht uneinheitlich.

Das spiegelte sich auch in der Entwicklung der Ansaaten wieder. Die meisten Parzellen schlossen sich nur langsam und wiesen zum Teil große Anteile an *Poa annua* auf, ein Unkrautgras, das sich im Laufe der Zeit noch weiter ausbreitete, da der Schafschwingel für die gegebenen Standortbedingungen nicht gut geeignet war. Der Standort Bonn weist einen basenreichen Boden mit guter natürlicher Nährstoffversorgung auf, der zudem als sandiger Lehm mit hohem Schluffanteil eher für andere Grasarten geeignet ist. Am besten fand sich mit diesen Standortverhältnissen die Sorte Biljart ab, gut auch noch die Stämme S, T und U, besonders ungünstig reagierten der Stamm R und die Sorte Charming.

Die Ergebnisse der Wurzeluntersuchungen zu den 5 Terminen zeigt die Tabelle 17.

Im Durchschnitt gesehen liegen die Wurzelmassewerte beim Schafschwingel unter denen des Rotschwingels, bedingt durch die geringe Wüchsigkeit dieses Grases. Der Anteil der Wurzelmasse in der obersten Schicht von 0-5 cm liegt jedoch noch etwas höher als bei *Festuca rubra*. Das beruht darauf, daß sich die Wurzeln dieser Art schlechter zersetzen, so daß sich im Laufe der Zeit viel un- oder wenig zersetzte organische Substanz im Boden anhäuft. In den tieferen Bodenschichten unter 5 cm fanden sich im Durchschnitt gesehen immer weniger Wurzeln als beim Rotschwingel.

Tabelle 18: Rangordnung der Sorten und Stämme nach abnehmenden Wurzelmassen in den verschiedenen Bodenschichten. n = 11

Sorte Nr.	Sorten-name	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm	0-20 cm
10	Stamm T	1	1	1	1	1
11	Stamm U	2	3	2	3	2
9	Stamm S	3	4	4	4	3
1	Biljart	9	2	3	2	4
7	F. heterophylla	6	5	5	5	5
8	F. firmula	5	6	7	6	6
5	Stamm Q	4	7	6	8	7
4	Stamm P	7	8	9	10	8
2	Career	10	10	8	7	9
6	Stamm R	8	9	10	9	10
3	Charming	11	11	11	11	11

Aus der vorstehenden Rangordnungstabelle ist zu sehen, daß der Stamm T in allen Bodenschichten immer die höchsten Wurzelwerte brachte und auch die nächsten zwei Stämme U und S durchweg an der Spitze standen. Die Sorte Biljart zeichnet sich dadurch aus, daß sie in der obersten Bodenschicht deutlich geringere Wurzelmassen als andere Sorten und Stämme bringt, während sie in der Bodentiefe bezüglich der Massenbildung an 2. und 3. Stelle steht. Darauf beruht wahrscheinlich mit ihr gutes Abschneiden bei vielen Sortenversuchen. Es kommt bei ihr nicht zu der unnötig hohen Anhäufung von unzersetzter organischer Substanz gerade in der obersten Bodenschicht, was insbesondere die Wasserversorgung der Pflanzen erschweren kann. Im Ganzen gesehen ist bei den Schafschwingelarten der Wechsel in der Rangordnung in den verschiedenen Bodenschichten nicht so stark ausgeprägt, wie er bei den anderen Arten zu beobachten war.

Den zeitlichen Verlauf der Wurzelmassenentwicklung zeigt die Tabelle 19:

Tabelle 19: Wurzelmassenentwicklung unter *Festuca ovina*

Zahl der Sorten: 11		in dz/ha Trockenmasse				
		Schichttiefe in cm				
Zeit der Probenahme		0-5	5-10	10-15	15-20	Sa.
Dezember	1970	42,81	4,35	—	—	47,16
Juni	1971	40,21	5,63	3,11	—	48,95
November	1971	76,83	4,97	2,23	1,13	85,16
Juli	1972	108,08	7,91	4,19	2,82	123,00
Oktober	1972	87,53	6,30	3,21	2,08	99,12
Mittel:		71,09	5,83	3,19	2,01	

Vergleicht man diese Tabelle mit der Tabelle 15 so ist als Unterschied zu *Festuca rubra* neben den insgesamt niedrigeren Werten wieder zu sehen, daß die Wurzelwerte nur bis zum 4. Probenahmetermin ansteigen, um beim 5. Termin dann deutlich abzunehmen. Auch wird hier wieder der Wechsel zwischen hohen Werten im Vorsommer und tiefen zum Herbst und Winter hin klar sichtbar.

Auch bei den zu beobachtenden Schwankungen der Wurzelwerte bei der letzten Probenahme gab es Unterschiede zu *Festuca rubra*.

Tabelle 20: Schwankungsbreite der Wurzelwerte (Oktober 1972)

Schichttiefe	dz/ha Trockenmasse	GD. 5 %
0-5 cm	40,90-127,90	48,06
5-10 cm	2,64- 11,33	2,57
10-15 cm	1,14- 6,68	1,55
15-20 cm	0,74- 3,49	1,34

Bedingt durch den größeren Anteil an wenig zersetzter Wurzelmasse in der obersten Bodenschicht liegt hier die Grenzdifferenz besonders hoch. Es bleiben jedoch noch eine Reihe von Sorten und Stämmen, die sich gesichert in diesem Wurzelhorizont von anderen unterscheiden lassen. Sicherer sind jedoch die Unterscheidungen an Hand der Werte in den tieferen Bodenschichten, wo die Grenzdifferenzen relativ niedrig sind. (Schluß folgt!)

Zur Frage der Sortenerkennung von Rasengräsern im Jungpflanzenstadium

G. Pommer, Freising

Bei der Prüfung von Rasengräserarten obliegen dem Bundesortenamt zwei gesetzliche Aufgaben. Einmal die Prüfung von Neuheit/Unterscheidbarkeit, Homogenität und Beständigkeit mit Hilfe festgelegter morphologischer und physiologischer Merkmale zur Erteilung des Sortenschutzes* und zur Eintragung von Sorten in die Sortenliste**; zum anderen die Prüfung auf Eignung als Zier-, Gebrauchs-, Strapazier- und Landschaftsrasen für die Beschreibende Sortenliste***.

Alle diese Prüfungen erfordern in der Regel einen Zeitraum von drei Jahren. Für die aus wirtschaftlichen Gründen bei der Verwendung von Rasengräsersaatgut oft notwendig werdende schnelle Klärung der Sortenechtheitsfrage dauern diese aufwendigen Prüfungen zu lange. Für die schnelle Klärung der Sortenechtheitsfrage sind Methoden notwendig, die innerhalb eines möglichst kurzen Zeitraumes genügend Hinweise zur Sortenerkennung geben. Derartige Schnellmethoden zur Sortenerkennung könnten bestehen in:

- Laboruntersuchungen (z. B. Ploidiestufe, Phenolfärbung, Fluoreszenz),
- morphologischen Untersuchungen an Samenkörnern,
- Untersuchung der sortentypischen morphologischen und physiologischen Merkmale von Keimlings- und Jungpflanzen.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich ausschließlich mit der unter c) angeführten Untersuchung. An Hand zweijähriger Ergebnisse wird an einem begrenzten Sortiment geprüft, wie weit an Keimlings- und Jungpflanzen morphologische und physiologische Unterschiede auftreten, die die Erkennung und Trennung verschiedener Sorten ermöglichen könnten.

1. Versuchsanstellung

Der Versuch beschränkte sich auf die Rasenarten Rotschwengel, Wiesenrispe, Straußgras, Deutsches Weidelgras und Lieschgras. Innerhalb dieser Arten wurden Sorten ausgewählt, deren voll entwickelte Pflanzen sich in gut beobachtbaren Merkmalen deutlich unterscheiden. Aus diesem Grunde wurden auch einige wenige Futtersorten mit in die Prüfung einbezogen, weil sie sich innerhalb der Art besonders deutlich von den Rasensorten unterscheiden.

70 Jungpflanzen je Sorte wurden als Einzelpflanzen in 5 x 5 cm Torftöpfchen herangezogen. Außerdem wurden die Sorten auch in Reihen (2,5 cm Abstand von Reihe zu Reihe, 15 Körner je Reihe) in Tonschalen (22 x 22 x 8 cm) ausgesät. Die Aussaat erfolgte im Frühjahr 1972 und im Herbst 1973. Als Wachssubstrat diente für die Torftöpfe reines Torfkultursubstrat, für die Tonschalen eine Mischung von Torfkultursubstrat und Erde im Verhältnis 1 : 1 (Volumenanteile).

Im geeigneten Entwicklungsstadium wurden an den Einzelpflanzen und an den Pflanzen in Drillsaat Wuchsform, Triebdicke, Höhe des Blattansatzes, Blattbreite und Blattfarbe in ihrer Ausprägung beurteilt. Daneben wurden anfangs noch einige weniger auffällige morphologische Merkmale, sogenannte „Klein- oder Feinstmerkmale“ mit beurteilt, über die im weiteren aber nicht berichtet wird, da sie sich als schwer einstuftbar und außerdem wenig sortentypisch erwiesen. Die Einstufung der Merkmale erfolgte nach der Skala 1–9, wobei 1 immer die geringste, früheste, schwächste Ausprägung, 5 mittel und 9 die stärkste oder späteste Ausprägung bedeutete.

Deutliche Unterschiede wurden photographisch festgehalten. Die einzelnen Aufnahmen wurden im Zeitraum von drei bis acht Wochen nach der Aussaat vorgenommen.

2. Vergleich der Anzuchtmethoden

Der Vergleich der Anzuchtmethoden – Einzelpflanzen in Torftöpfchen bzw. Saat in Tonschalen – fiel, vom Zweck der Untersuchung her betrachtet, zu Gunsten der letzteren aus. Die Pflanzen entwickelten sich bei gleichem Aussaattermin und gleicher Umwelt in den Tonschalen schneller und gleichmäßiger, so daß Sortenunterschiede schon in sehr frühen Wachstumsstadien zu erkennen waren. Die Abbildung 1 gibt den Jungpflanzenbestand von Deutschen Weidelgräsern in Tonschalen und Torftöpfchen wieder.



Abb. 1: Vergleich der Anzuchtmethoden

Nach den gewonnenen Erfahrungen dürfte sich zur Unterscheidung verschiedener Sorten im Jungpflanzenstadium die „Mini-Drillparzelle“ der Tonschale besser eignen, da im hochwachsenden engen Verband die Pflanzen deutlicher den Sortentyp zeigen. Diese Methode der Jungpflanzenanzucht wurde von SIEBERT in Weihenstephan entwickelt und wird von ihm seit einigen Jahren praktiziert.

Wird die Anzucht von Jungpflanzen in Einzelgefäßen wie Torftöpfchen vorgenommen, so muß auf eine sehr exakte Versuchsanlage geachtet werden. Allein der schiefe Stand eines Torftopfes oder eine exzentrische Samenkornlage können eine andere Merkmalsausprägung bedingen. Für diesen Prüfungszweck würden sich Multipots besser eignen, da ihr starrer Verband gleichmäßigere Aufwuchsbedingungen mit sich bringt.

3. Morphologische und physiologische Unterschiede

Während vom Rotschwengel und von der Wiesenrispe nur in ihrer Entwicklung vergleichsweise ähnliche Rasensorten geprüft wurden, waren beim Deutschen Weidelgras durch die Hinzunahme von Futtersorten bereits zwei deutlich verschiedene Sortengruppen in die Untersuchung einbezogen, wohingegen vom Lieschgras sogar nur jeweils ein Vertreter typischer Sortengruppen des Wiesenlieschgrases (Weide-, Rasentyp) und eine Sorte des Zwiebellieschgrases und vom Straußgras je eine Sorte verschiedener Arten geprüft wurden.

Daher überrascht es wenig, daß bei den letztgenannten drei Gräserarten bereits die ersten deutlichen Sortenunterschiede in der Geschwindigkeit der Anfangsentwicklung zu erkennen waren. Schon zehn Tage nach der Aussaat zeigte sich beim Deutschen Weidelgras eine deutliche Abstufung in der Wüchsigkeit, die sich von dem schnell entwickelnden „Presto“ (kein Rasengras, kennzeichnender Typ für frühe Weidelgräser) über „Stadion“ und „NFG“ zu dem langsamer wachsenden „Mantattan“ hinzog.

Ähnliche Differenzierungen waren nach 25 Tagen beim Lieschgras (Weidetyp „Phlewioia“, Rasentyp „King“, Zwiebellieschgras „Rali“) und bei den verschiedenen Arten von Straußgras (Weißes Straußgras „Listra“, Flechtstraußgras „Penncross“, Rotes Straußgras „Bardot“, Hundsstraußgras „Aca“) zu sehen. Die Wuchshöhenunterschiede blieben bei allen drei genannten

Abb. 2: Anfangsentwicklung von „Presto“ und „NFG“



* Der Sortenschutz ist ein privates Ausschließungsrecht auf Grund des Sortenschutzgesetzes vom 20. Mai 1968.

** Nach dem Saatgutverkehrsgesetz vom 20. Mai 1968 darf nur Saatgut von solchen Sorten vertrieben werden, die in der Sortenliste des Bundesortenamts eingetragen sind.

*** Vgl. Beschreibende Sortenliste für Rasengräser 1973 des Bundesortenamts – erschienen im Verlag A. Strothe, Hannover.

Arten während der gesamten Beobachtungszeit in den Relationen etwa erhalten. Eine spätere Aufnahme, zwei Monate nach der Aussaat, verdeutlicht dies am Beispiel des Straußgrases (Abb. 3).

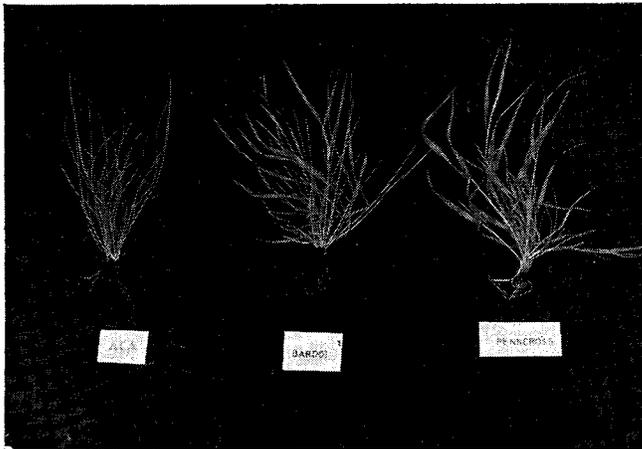


Abb. 3: Unterschiedliche Wüchsigkeit, Wuchsform und Blattbreite von Straußgräsern

Auch in den übrigen Merkmalen wiesen die Sorten dieser drei Arten, wie aus Tabelle 1 zu entnehmen ist, eine weite Variation in den Ausprägungsstufen auf, so daß fast immer deutliche Unterschiede gegeben waren. Als Beispiel hierfür sind in Abbildung 4 Wuchsformenunterschiede von Sorten des Deutschen Weidelgrases dargestellt.

Bei den Rasensorten von Wiesenrispe und Rotschwengel fehlten die entwicklungsbedingten Differenzierungen.

Innerhalb der Wiesenrispensorten konnten jedoch schon fünf Wochen nach der Aussaat Unterschiede in den Merkmalen Wuchsform, Triebdicke, Höhe des Blattansatzes und Blattbreite festgestellt werden, während in der Blattfarbe nur geringe Abstufungen vorkamen. In Abbildung 5 sind schmalblättrige Pflanzen einer inzwischen zurückgenommenen Sorte (in Tabelle 1 Sorte A) mit den breitblättrigen Pflanzen der Sorte „Golf“ verglichen.

Deutliche Wuchsformenunterschiede beim Rotschwengel traten erst 14 Tage später, etwa sieben Wochen nach der Aussaat, zum Vorschein. In der anfänglichen Entwicklung zeigten die hier untersuchten Rotschwengelsorten einen ausladenden

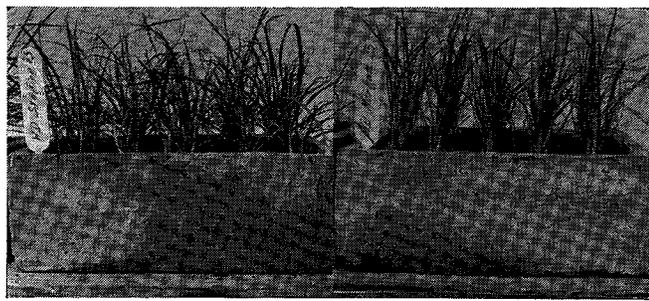


Abb. 4: Vergleich der Wuchsformen von den Sorten „Stadion“ und „Manhattan“ des Deutschen Weidelgrases

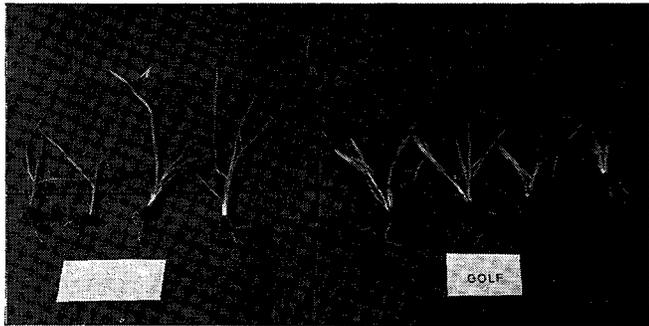


Abb. 5: Verschiedene Blattbreiten von Wiesenrispen

Wuchshabitus, der sich erst im Verlauf des weiteren Wachstums zu sortentypischen Formen differenzierte. Im Herbstanbau 1973 war dies anders, hier kam es schon früher, etwa nach fünf Wochen, zur Ausbildung sortentypischer Wuchsformen, die in Übereinstimmung mit den Ergebnissen von 1972 standen (siehe Tab. 1 und Abb. 6).

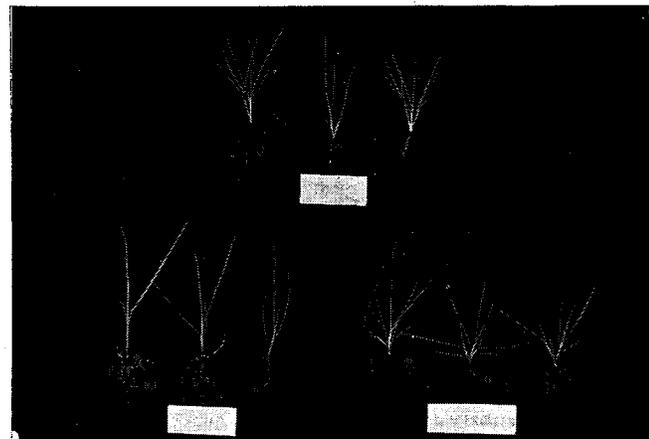


Abb. 6: Unterschiede in der Wuchsform an Rotschwengelpflanzen verschiedener Sorten – Herbstaussaat

Tabelle 1: Merkmalsausprägung an Jungpflanzen in den Jahren 1972/1973

Art/Sortenbez.	Wuchsform 1972/1973	Triebdicke 1972/1973	Höhe d. Blattansatzes 1972/1973	Blatt- Breite 1972/1973	Blatt- farbe 1972/1973
Wiesenrispe					
Merion	7 7	7 7	2 2	6 6	6 6
Golf	6 6	8 8	1 1	7 7	6 6
Hohenheimer	3 3	4 4	5 5	6 6	6 6
Sorte A *)	3 -	5 -	7 -	6 -	5 -
Sorte B *)	5 -	5 -	8 -	6 -	5 -
Rotschwengel					
Topie	5 6	5 5	3 3	3 3	6 6
Wintergreen	7 7	4 4	2 2	2 2	5 5
Linora	5 5	4 4	3 3	2 2	3 3
Oase	4 4	3 3	2 2	2 2	4 4
Rapid	2 2	4 4	4 4	4 4	7 7
Ruby	5 5	6 6	4 4	4 4	4 6
Deut. Weidelgras					
Presto	4 4	7 7	4 4	7 7	5 5
Stadion	7 7	7 7	4 4	6 6	4 4
NFG	5 5	7 7	3 3	7 7	5 5
Manhattan	5 5	6 6	2 2	6 6	6 6
Straußgras					
Listra	3 3	7 7	6 6	9 9	5 5
Pennecross	8 8	5 5	3 3	5 5	3 3
Bardot	5 5	3 3	2 2	4 4	6 6
Aca	3 4	2 2	5 5	2 2	5 5
Lieschgras					
Phlewliola	5 5	7 7	4 4	9 9	4 4
King	3 3	5 5	4 4	7 7	4 4
Rali	7 7	4 4	2 2	5 5	3 3

*) Diese Sorten wurden 1972 aus dem Verfahren beim Bundessortenamt zurückgezogen und daher 1973 nicht mehr angebaut. Von ihnen sind nur einjährige Ergebnisse vorhanden, die aber trotzdem mit aufgeführt werden, da die Sorten in einigen Merkmalen ganz typische Ausprägungen zeigen.

In der Triebdicke, der Höhe des Blattansatzes und der Blattbreite war beim Rotschwengel innerhalb der untersuchten Sorten nur eine geringe Variation aufzufinden. Dagegen wiesen die Sorten innerhalb der Art wesentlich stärkere Farbunterschiede auf als bei der Wiesenrispe.

Eine gute Unterscheidung aller Sorten der untersuchten Arten war im Merkmal Wuchsform möglich, während sich durch die Triebdicke vier, durch die Blattbreite drei und durch die Höhe des Blattansatzes und die Blattfarbe zwei Sortengruppen einer gleichen Art deutlich unterteilen ließen.

Die zweite Anlage der Prüfung mit Herbstaussaat im Jahre 1973 ergab im allgemeinen dieselben Merkmalsausprägungen. Betrachtet man die Aussaat im zweiten Jahr als eine Wiederholung unter anderen Umweltbedingungen, so kann man daraus folgende Schlüsse ziehen:

- Die Ausprägung von morphologischen Merkmalen an Jungpflanzen scheint stabil und daher gleichsinnig reproduzierbar zu sein.
- Verschiedene Jahrgänge einer Sorte zeigen das gleiche Erscheinungsbild, wenn die zu prüfende Sorte beständig ist.

c) Die Jahreszeit wirkt sich, soweit die Grundvoraussetzungen an Wachstumsfaktoren genügend gegeben sind, wenig verändernd auf die Pflanzen aus.

Diese Feststellungen sind allerdings, bei nur einer Wiederholung, mit der gegebenen Vorsicht zu interpretieren. Außerdem muß darauf hingewiesen werden, daß Gräserarten als Fremdbefruchter nie völlig einheitlich sind und auch als Jungpflanzen eine begrenzte Zahl von Abweichern, das sind Individuen mit anderen morphologischen und physiologischen Merkmalen, enthalten.

4. Übereinstimmung der Merkmalsausprägung an Jungpflanzen und voll entwickelten Pflanzen

Bei der Auswahl der Prüfglieder für die Untersuchung zur Sortenerkennung im Jungpflanzenstadium wurden, wie oben schon erwähnt, bewußt Sorten genommen, von denen bekannt war, daß sie sich im voll entwickelten Zustand, d. h. in der vegetativen Phase des zweiten Anbaujahres, in einzelnen Merkmalen deutlich unterscheiden. Dabei sollte geprüft werden, ob diese Unterschiede auch schon in der Jungpflanze in gleicher Weise erkennbar sind. In Tabelle 2 erfolgt eine Gegenüberstellung der an Jungpflanzen gefundenen Merkmalsausprägungen zu den Merkmalsausprägungen derselben Sorten in der Vollentwicklung, wie sie im Verlauf der Registerprüfung des Bundessortenamtes festgestellt worden waren.

Tabelle 2: Gegenüberstellung der Merkmalsausprägung von Jungpflanzen und voll entwickelten Pflanzen

Merkmal und Art	Sorte				
Blattbreite bei Wiesensippe	"Goif"	"Sorte A"	"Merion"	"Sorte B"	"Hohenheimor"
a) Jugendentwicklg.	breit	schmal	mittel-breit	mittel-breit	mittel-breit
b) Vollentwicklung	breit	schmal-mittel	breit	mittel-breit	mittel-breit
Wuchsform bei Rotschwinge	"Topie"	"Wintergreen"	"Oase"	"Linora"	"Rapid"
a) Jugendentwicklg.	halbaufrecht	ausladend	auf.-halbauf.	halbaufrecht	straff-auf.-
b) Vollentwicklung	halbauf.-ausl.	ausladend	halbaufrecht	halbauf.-ausl.	auf.-straff-auf.
Blattfarbe bei Rotschwinge	"Topie"	"Wintergreen"	"Oase"	"Linora"	"Rapid"
a) Jugendentwicklg.	mittel-dunkelgr.	mittelgrün	hell-mittelgrün	hellgrün	dunkelgrün
b) Vollentwicklung	mittel-dunkelgr.	mittel-dunkelgr.	hell-mittelgrün	hellgrün	dunkelgrün
Wuchsform bei Deutsch-Weidelgras	"Presto"	"HFG"	"Manhattan"	"Stadion"	
a) Jugendentwicklg.	halbauf.-auf.	halbaufrecht	halbaufrecht	ausladend	
b) Vollentwicklung	halbaufrecht	halbaufrecht	halbaufrecht	ausladend	

Aus der Gegenüberstellung kann ersehen werden, daß deutliche Merkmalsausprägungen von Sorten in der Mehrzahl der Fälle schon in den Jungpflanzen hervortreten. Größere Abweichungen des Erscheinungsbildes der Jungpflanze vom Erscheinungsbild der voll ausgewachsenen Pflanze kamen im untersuchten Material nicht vor. Kleinere Abweichungen traten auf. Sie können im vergleichsweise kleinen Sortiment für die Untersuchungen an Jungpflanzen begründet sein, wobei die eingeschränkte Bezugsbasis des kleineren Sortiments zu etwas anderen Bonituren geführt haben kann. Aus alle dem könnte verallgemeinernd die Regel abgeleitet werden, daß sich morphologische Merkmale der vegetativen Organe von voll entwickelten Pflanzen meistens bereits im Jugendstadium feststellen lassen.

5. Schlußfolgerung

Mit dem vorliegenden Versuch zur Sortenerkennung im Jungpflanzenstadium konnte gezeigt werden, daß sich bereits in einer sehr frühen Entwicklungsstufe der Pflanze sortentypische Merkmalsausprägungen manifestieren, die in ihrer Kombination eine Sortenbeschreibung im Jungpflanzenstadium möglich machen. Daher erscheint es nicht undurchführbar, mit der Hinzunahme weiterer Merkmale wie Blattlänge, Ausläuferbildung, Bestockungsvermögen, Wurzelbildung, Samenuntersuchung und der zusätzlichen Anwendung von Labormethoden eine derart feine Differenzierung der verschiedenen Sorten zu erreichen, daß eine, für die gedachten Zwecke ausreichend sichere, Unterscheidung zumindest der meisten Rasensorten in einem genau definierten Jungpflanzenstadium erzielt werden könnte. Zur Bestätigung dieser Aussage ist allerdings die Durchführung weiterer Untersuchungen nötig.

Aus den hier dargestellten Ergebnissen sollte nicht der Schluß gezogen werden, daß eine abschließende Sortenprüfung und -beschreibung mit Hilfe dieser Methode möglich ist. Dies bleibt der auf breiter Basis in mehreren Jahren über alle Entwicklungsstadien sich hinziehenden Registerprüfung des Bundessortenamtes überlassen, die von einer Sorte weit mehr Ergebnisse mit besserer Absicherung liefert. Die Jungpflanzenmethode soll und kann nur ein Notbehelf für den Fall sein, daß eine schnelle Sortenerkennung verlangt wird.

Zusammenfassung:

Für die Anzucht von Gräsern zur Sortenerkennung als Jungpflanzen eignen sich am besten rechteckige Tonschalen, in denen die Samen in Reihen ausgesät wurden. Die ersten Sortenunterschiede zeigten sich bereits drei Wochen nach der Aussaat in der Geschwindigkeit der Anfangsentwicklung. In den folgenden fünf Wochen ergaben sich bei den Sorten der geprüften Arten in den untersuchten Merkmalen Wuchsform, Triebdicke, Höhe des Blattansatzes, Blattbreite und Blattfarbe weitere Differenzierungen. Die sortentypischen Ausprägungen von Merkmalen an Jungpflanzen waren in zwei verschiedenen Aussaaten, einmal im Frühjahr, das andere Mal im Herbst, gleichlautend. Die an Jungpflanzen festgestellten Merkmalsausprägungen stimmten mit den an erwachsenen Pflanzen der gleichen Sorten im Stadium der vegetativen Vollentwicklung festgestellten Merkmalsausprägungen überein.

Summary

Rectangular claypots, wherein the seeds were sowed in rows, were best suited for cultivating grasses with the purpose to identify varieties by juvenile plants. The first varietal differences could already be notified three weeks after sowing in the speed of youthgrowth. In the following five weeks the varieties of the tested species showed further differences in the examined characteristics as growth habit, tiller thickness, height of leaf insertion, leaf width, leaf color. Within two different sowing terms, spring and autumn, the typical varietal habitus of juvenile plants was identical. The states of characters found in juvenile plants agreed with the states of characters of adult plants from the same variety.

Some Experience gained in the Construction of Sports Turfs

P. Bosković, Novi Sad/Jugoslavien

On the basis of a number of constructed and reconstructed sports turfs in different climatological and soil conditions in this country we have arrived at new solutions improving the field functionality and reducing the costs of construction with respect to the past classical system of soccer pitch construction.

In relation to the requirements of football experts, when constructing a play ground it is most important to know in what way we wish to build it and how much funds are available for that purpose.

Types of Soccer Pitches

For this purpose we classify soccer pitches into three categories: main fields, auxiliary fields and football centers.

Main fields serve for matches and few tactical trainings. This is the reason why they are to be of utmost quality what implies that they must be perfectly flat, well drained, soft in dry conditions and hard and strong enough in wet conditions. First class grass species like *Poa pratensis*, *Cynosurus cristatus*, *Festuca rubra* and other should be seeded.

Auxiliary fields are to be much stronger than the main fields because they are being used intensively throughout the year under unfavourable climatological conditions. These fields must be flat and well drained, the bearing layer must be harder so that damage in bad conditions would be minimum. Robust grass species of a poorer quality like *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Cynodon dactylon*, *Phleum nodosum* and others can be used to build the pitch.

Football centers are built in the vicinity of inhabited areas and they serve for the everyday preparatory work of players on larger surfaces which can contain 4-5 play fields of normal size. Owing to the fact that these centers extend over a large tract they are used less intensively and with relatively little care they can be recovered and be ready for usage in a short time.

In principle no drainage system is built in these centers, whereas when determining their location, permeable and porous terrains are elected. When grading the field a 0,7% slope is, by rule, given on two sides as to prevent the

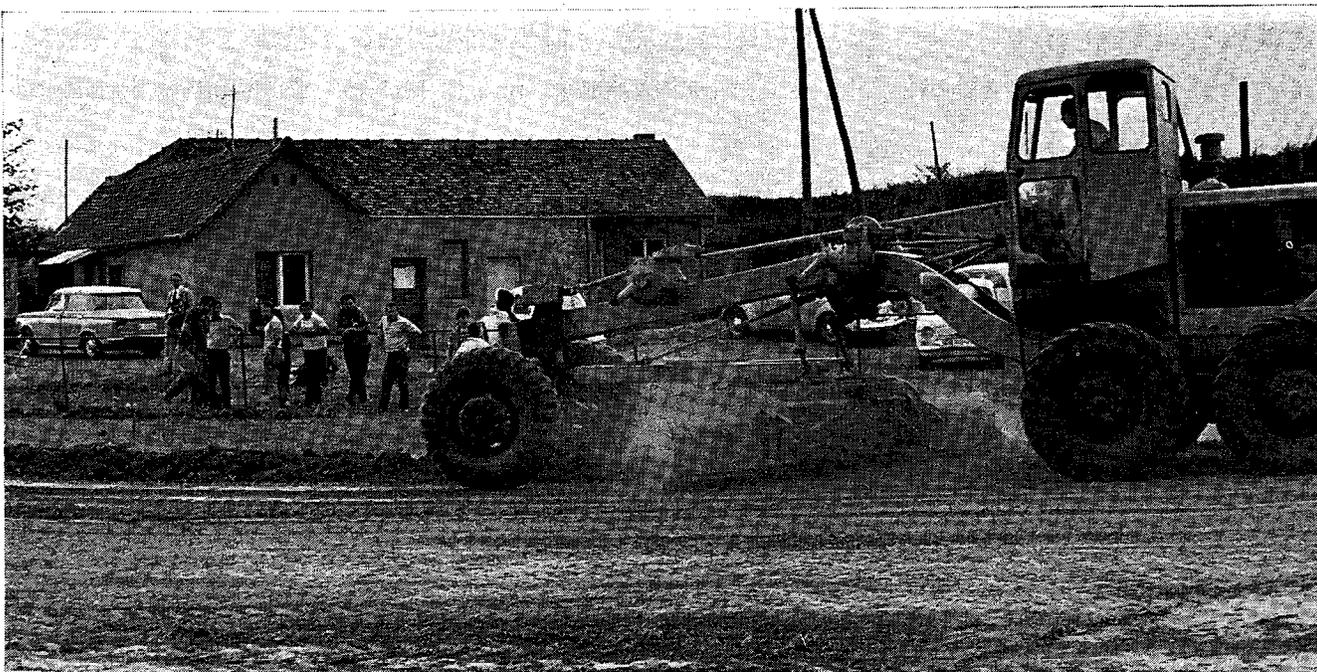


Fig 1: Leveling of a sportsfield with a grader.

surface water to stay on the field for a longer time and to provide better conditions for trainings. The following components of grass and clover species can be applied; *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Cynoden dactylon*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Phleum nodosum*, *Cynosurus cristatus*, *Trifolium repens* and others.

Draining of Sports Turfs

When building a turf particular attention ought to be given to the drainage system which in most cases is crucial for the quality of the grass cover.

During our practice we have constructed several turfs of excellent quality without establishing any special drainage system. We decided to do so after a thorough examination of the base, soil, climate, etc. It resulted in a considerable saving of funds.

Prior to constructing the drainage system, the selected base is to be graded to a lengthwise 0.7% slope on two sides of the designed play field. This is extremely important as it helps to preserve the central part of the pitch where the players spend most of the time and which is mostly exposed to damage in wet conditions. An entirely level ground or a field with slopes on all four sides have not proved good as in practice they get ruined by the water retained in the central part and in front of the goals.

In our past work in the Physical Culture Institute we used three types of drainage systems: complex, combined and simple and they were described in "RASEN - TURF - GAZON", 2/1972.

The above three systems proved to be very good. The superfluous water is well absorbed and the deeper layers retain the quantity of water required. The grass cover was never in critical phases during either dry or exceedingly wet periods.

However, owing to reduced construction cost and an improved draining function, we accepted the advanced complex drainage system.

This system takes the water away from the field surface into the deeper parts of the bearing layer by means of a dense network of small superficial canals. It is less expensive as it asks for a smaller quantity of drainage materials than the classical systems with wide and deep canals.

The advanced complex drainage system is composed of interconnected horizontal, vertical and rim canals on the surface that carry the superfluous water to the sewage.

The canals on the rim encompass the pitch and receive the water from vertical canals to take it to the sewage. This size of rim canals is 0.50 x 0.40 x 0.60 m. Perforated pipes of a

200 mm profile are burried into the canals which thereafter are filled in with a 30-70 mm cover of granulated gravel.

Horizontal canals 0.20 x 0.30 m are built across the pitch at distances of 4 m. They carry the water to the rim canals. These canals are filled in with granulated and natural gravel, depending on weather conditions.

Vertical canals are placed along the pitch at 2 m distances and they serve to carry the water to the horizontal canals. Their size is 0.08 x 0.10 m and the filling is made of river sand.

The 4-5 cm thick bearing layer composed of a sand-earth and fertilizer mixture is spread above the constructed drainage system and natural turf, also 4-5 cm thick, is laid over it.

At the time when natural turf is being spread wooden bars 1.5 cm wide are placed at distances of 1 m [after three rows of turf]. When these bars are removed superficial canals appear between the rows of turf which are filled in with a sand and fertilizer mixture and serve as excellent drains for the absorption of superficial water.

In our opinion further work should be done in order to improve the superficial part of the bearing layer and to keep the water in deeper layers as thus favourable conditions both for the play and for the development of good grass species with deep root systems will be created.

SUMMARY

According to purpose, way of maintenance and method of construction, soccer pitches have been classified into three groups: main fields, auxiliary fields and football centres.

All fields are to be graded so as to allow a lengthwise 0,7% slope on two sides.

The drainage system, which proved to be the best one in the construction of sports turfs is the advanced complex drainage system consisting of a worked out network of small canals and canals in three levels. The advantage of such drainage is the fact it absorbs superfluous water and that it is simple and inexpensive.

Zusammenfassung

Je nach dem Verwendungszweck, der Art der Unterhaltung und der Methode des Aufbaues wurden die Fußballplätze in drei Klassen eingeteilt: Hauptsportfelder, Hilfssportfelder und Fußballzentren. Alle Felder wurden so angelegt, daß auf den Längsseiten ein Gefälle von 0,7% entsteht. Das Drainagesystem, das sich als das beste bei dem Aufbau der Sportfelder erwies, ist das sogenannte fortschrittliche komplexe Drainagesystem, das aus einem Netz schmaler Abflurinnen in drei verschiedenen Bodenniveaus besteht. Der Vorteil solch einer Drainage ist die Tatsache, daß es überflüssiges Wasser schnell aufnimmt, ferner daß es einfach und billig ist.

Untersuchungen zur Ermittlung des Phosphat- und Kalibedarfs von Gebrauchsrasen

F. Mühschlegel und C. Mehnert, Freising-Weihenstephan

1. PROBLEMSTELLUNG

Seit langem wird die optimale Gestaltung des Nährstoffverhältnisses in Rasenvolldüngern diskutiert. In der Tat werden sowohl in der Literatur als auch in der Düngungspraxis stark voneinander abweichende Nährstoffverhältnisse empfohlen. Somit ist zu vermuten, daß die Nährstofflieferung einiger Rasenvolldünger nicht dem tatsächlichen Bedarf der Rasengräser entspricht. Zwar ist keinesfalls bei jeder Düngergabe dem Nährstoffverhältnis in der Pflanze Rechnung zu tragen, doch sollte auf längere Sicht der Nährstoffentzug wieder ausgeglichen werden. Diese Forderung gewinnt vor allem dann an Aktualität, wenn der Boden als natürliche Nährstoffreserve weitgehend ausscheidet, wie es z. B. bei stark vermagerten Substraten der Fall ist.

Die unterschiedlichen Auffassungen über die Nährstoffansprüche von Rasenflächen waren Anlaß zur Ermittlung des Nährstoffbedarfs einer Rasenanlage in einem N-Steigerungsversuch. Da die Höhe der N-Gabe u. a. vom Rasentyp und von der Beanspruchung bestimmt wird, also von Fall zu Fall verschieden sein muß (SIEBER 1970), sollte besonders der Einfluß unterschiedlich hoher N-Düngung auf den Phosphat- und Kaliumbedarf erfaßt werden. Aus den Pflanzenanalysen waren Aussagen über ein pflanzenphysiologisch sinnvolles Nährstoffangebot zu erwarten.

2. MATERIAL UND METHODEN

2.1. Versuchsanlage und Versuchsdurchführung

Die Ansaat der Versuchsfelder erfolgte im Juni 1969 mit einer Rasengräsmischung, bestehend aus 60% *Poa pratensis* „Merion“ und 40% *Festuca rubra commutata*. In den Folgejahren wurde etwa fünfzehnmal im Jahr gemäht, entsprechend gedüngt und bei Bedarf beregnet.

Während des Versuchsjahres 1972 erhielten die Flächen Anfang April eine einheitliche Grunddüngung von 8 g P_2O_5/m^2 und 14 g K_2O/m^2 in Form von Rf-Ka-Phos. Drei N-Düngungsstufen (12, 24, 36 g N/m²) wurden in Parzellen von 4,5 m² Größe viermal in randomisierter Verteilung wiederholt (Abb. 1).

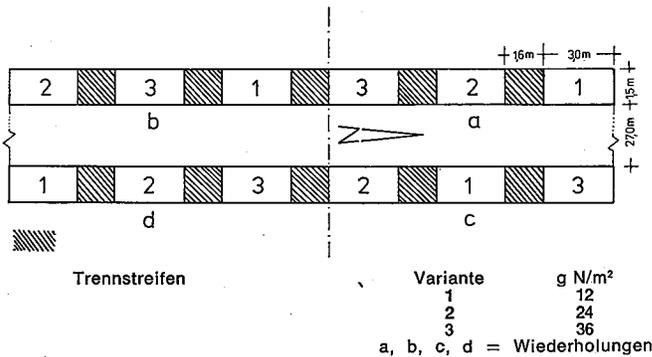


Abb. 1: Lageplan und Parzelleneinteilung.

Die N-Gaben wurden ab 13. 7. 72 nach jedem Schnitt in Form von Schwefelsaurem Ammoniak ausgebracht.

Die ersten vier Schnitte wurden in der Versuchsauswertung nicht berücksichtigt, so daß die hier vorliegende Auswertung auf den Ergebnissen der sechs Schnitte im Zeitraum vom 13. 7. bis 30. 9. 72 beruht,

Der anstehende Boden ist ein schwach sandiger Lößlehm im pH-Bereich um 6,3 und besitzt einen sehr hohen Vorrat an Phosphat, Kali und Magnesium (Tab. 1).

Alle Parzellen wurden jeweils an demselben Tag auf die während des Versuchszeitraumes gleichbleibende Höhe von 2,5 cm gemäht. Um bei den relativ kleinen Flächen noch gut meßbare Erträge zu erhalten, erfolgte der Schnitt ab 20. 7. 72 etwa alle 14 Tage bei einer Aufwuchshöhe von 6–8 cm. 500 g Schnittgut jeder einzelnen Parzelle wurden bei 65° C 20 Stunden lang getrocknet. Nach Feststellung des Trockengewichtes durch Restwasserbestimmung wurden die Trocken-

substanzmengen von Parzellen gleicher Stickstoffbehandlung innerhalb einer Variante gemischt und vermahlen. Es ergaben sich somit bei sechs Schnitten 36 Einzelproben. Die Pflanzeninhaltsstoffe wurden entsprechend den Methoden des Verbandes der LUFA analysiert.

Tabelle 1:

pH-Werte und Nährstoffgehalte in mg/100 g Boden der Rasenversuchspartellen am 19. 7. und 8. 12. 1972

Bezeichnung der Parzellen und Bodenproben	pH-Wert		K ₂ O		P ₂ O ₅		Mg	
	19. 7.	8. 12.	19. 7.	8. 12.	19. 7.	8. 12.	19. 7.	8. 12.
a1	5,7	6,0	19	17	22	23	14	14
a2	6,4	6,4	20	19	34	36	17	19
a3	6,4	6,3	21	20	37	37	17	18
b1	6,3	6,3	22	20	38	38	17	18
b2	6,3	6,3	23	21	44	41	17	18
b3	6,3	6,3	21	18	39	35	17	18
c1	6,4	6,5	25	22	40	39	16	18
c2	6,4	6,3	27	22	44	40	16	17
c3	6,0	6,0	24	21	34	34	16	16
d1	6,3	6,4	26	22	42	38	16	17
d2	6,4	6,3	23	23	44	44	16	17
d3	6,4	6,2	25	21	42	37	16	17

2.2. Witterung während der Vegetationszeit

Die meteorologischen Daten wurden in der Klimastation des Deutschen Wetterdienstes in Freising/Vötting, wenige 100 Meter von der Versuchsfelder entfernt, aufgezeichnet. In den graphischen Darstellungen (Abb. 2 u. 3) sind die Durchschnittswerte der Temperaturen und Niederschläge während der Vegetationsperiode des Versuchsjahres angegeben.

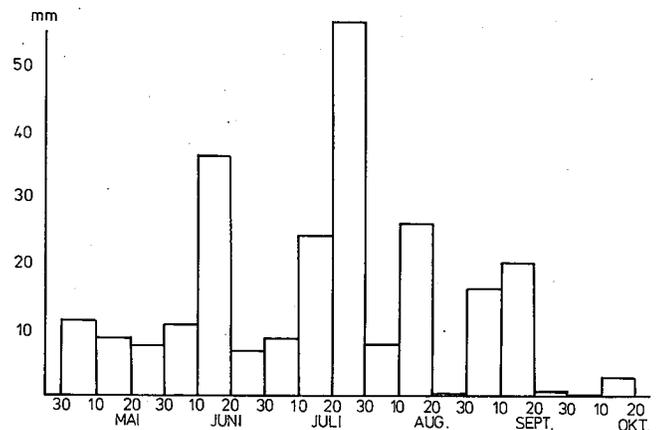


Abb. 2: Menge und Verteilung der Niederschläge vom 30. April bis 20. Oktober 1972 in Dekadensummen.

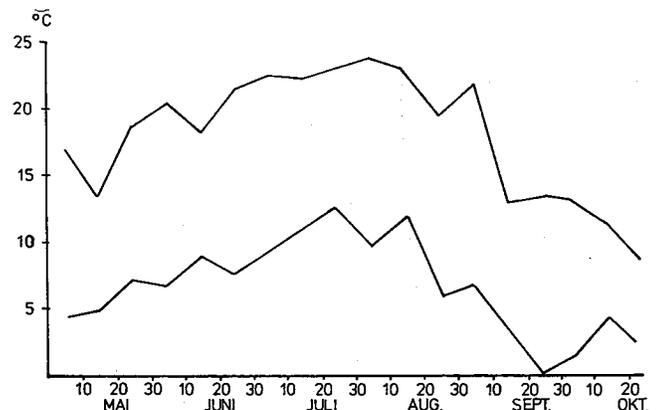


Abb. 3: Verlauf der täglichen Minimum- und Maximumtemperaturen als Dekadenmittelwerte von Mai bis Oktober 1972.

3. ERGEBNISSE

3.1. Zuwachs

Die Stickstoffdüngung hatte einen außerordentlich großen Einfluß auf den Zuwachs. Obgleich der Trockensubstanzgehalt abnahm, stieg dennoch auf Grund der überproportional höheren Grünmasseproduktion der Trockenmasseertrag in den stärker gedüngten Parzellen an (Tab. 2).

Tabelle 2:

Trockenmasseerträge (g/m²) und Trockensubstanzgehalte (in % der Frischmasse) in den einzelnen Schnitten

Schnittdatum	Düngungsstufe (g N/m ²)					
	12		24		36	
	Trm	%	Trm	%	Trm	%
20. 7. 72	22,5	33,2	26,2	34,4	26,6	33,8
2. 8. 72	39,6	26,0	44,1	25,0	52,1	24,4
17. 8. 72	46,2	26,6	63,5	25,1	73,7	24,2
31. 8. 72	37,5	29,3	55,6	27,5	70,1	26,6
14. 9. 72	33,1	29,7	54,0	27,9	78,0	26,6
28. 9. 72	22,2	30,0	37,1	28,2	49,1	26,9
\bar{x}	33,5	29,1	46,8	28,0	58,3	27,1

Bezogen auf das Ausgangsniveau verdoppelten sich die Grünmasseerträge bereits nach einer Versuchszeit von drei Wochen. Fünf Wochen nach Versuchsbeginn hatte die Rasenfläche ihre höchste Leistungsfähigkeit erreicht. Die Zahlen zeigen, zu welch enormen Produktions- und damit auch Reproduktionssteigerungen ein Rasen auf einem gut mit Nährstoff versorgten Boden befähigt ist. Selbst unter den ungünstigsten Witterungsbedingungen Ende September (Frost, Trockenheit) unterschieden sich die Parzellen unterschiedlich hoher N-Düngung hochsignifikant in ihrem Schnittgutanteil (Abb. 4).

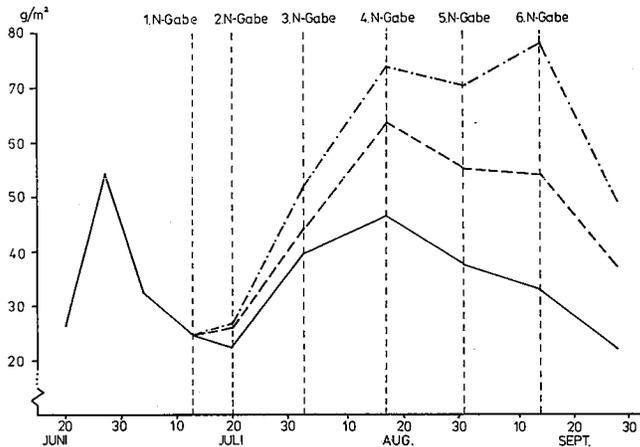


Abb. 4: Trm-Produktion in g/m² in 6 Schnitten der Vegetationsperiode 1972 in Abhängigkeit von gesteigerten N-Gaben.
— = 12 g N, --- = 24 g N, -.-.- = 36 g N/m²

3.2. N-Gehalt

Eine erhöhte N-Düngung führte neben der Senkung des Trockensubstanzgehaltes zu stark ansteigenden N-Gehalten in der Pflanze. Das Schnittgut der Parzellen mit der höchsten N-Gabe enthielt um absolut 0,82 % mehr N als das von den Parzellen mit 12 g N/m². Die regelmäßige Ausbringung des schnelllöslichen N-Düngers nach jedem Schnitt führte bei der nachlassenden Substanzproduktion Ende September zu einem selbst für diese Jahreszeit selten hohen Stickstoffgehalt im Erntegut (Tab. 3).

3.3. P-Gehalt

Während der N-Gehalt sehr stark von der Höhe der Stickstoffdüngung beeinflusst wurde, konnte ein solcher Zusammenhang mit dem Phosphorsäuregehalt im Schnittgut nicht festgestellt werden. Von Versuchsbeginn an war nur eine geringe Streuung der Gehaltswerte innerhalb eines Schnittes bei verschiedenen hohen N-Gaben zu verzeichnen (Tab. 4). Unabhängig vom N-Gehalt in der Pflanze hatte der Phosphorsäuregehalt bereits Ende Juli — Anfang August sein Maximum erreicht (0,76 % P in der Trm) und sank dann im Laufe der weiteren Schnitte bis auf einen Wert von etwa 0,65 % P in der Trm. Bemerkenswert ist die absolute Höhe des Phosphorsäuregehaltes. Er liegt mit durchschnittlich 0,68 % P (1,56 %

Tabelle 3:

N-Gehalte der Schnittgutproben (in % der Trm) während der Vegetationsperiode bei unterschiedlicher N-Düngung

Schnitt	Düngungsstufe (g N/m ²)		
	12	24	36
N-Gehalt (% i. d. Trm)			
1	3,44	3,55	3,80
2	3,38	3,71	3,88
3	3,40	3,82	4,18
4	3,41	3,96	4,42
5	3,36	3,88	4,39
6	3,36	4,05	4,60
\bar{x}	3,39	3,83	4,21

Tabelle 4:

Veränderung der Phosphorgehalte der Rasengräser (in % der Trm) im Verlauf der Vegetationsperiode bei unterschiedlicher N-Düngung

Schnitt	Düngungsstufe (g N/m ²)		
	12	24	36
P-Gehalt (in % d. Trm)			
1	0,65	0,66	0,68
2	0,75	0,76	0,76
3	0,72	0,70	0,70
4	0,65	0,64	0,65
5	0,64	0,63	0,68
6	0,66	0,67	0,67
\bar{x}	0,68	0,68	0,69

P₂O₅) noch höher als die von SKIRDE 1971 angegebenen Werte von 1,0–1,2 % P₂O₅.

3.4. K-Gehalt

Eine deutliche Abhängigkeit von der N-Düngung zeigte sich bei der Aufnahme von Kalium durch die Pflanze. Vom zweiten Schnitt an lieferten die Parzellen bei höheren N-Gaben auch höhere Kaliumgehalte im Schnittgut. Wesentlich scheint hierbei die regelmäßige Zufuhr von Stickstoff in kürzeren Zeitabständen sowie seine schnelle Verfügbarkeit zu sein. In den Versuchen von SKIRDE (1971) erbrachte die in größerem Zeitabstand (2 Monate) verabreichte N-Düngermenge nur andeutungsweise höhere Kaliumgehalte.

Im Versuchsdurchschnitt wurden folgende Kalium-Gehalte in der Trockenmasse festgestellt (Tab. 5):

Tabelle 5:

Veränderung der Kaliumgehalte der Rasengräser (% K in der Trm) im Verlauf der Vegetationsperiode bei unterschiedlicher N-Düngung

Schnitt	Düngungsstufe (g N/m ²)		
	12	24	36
% K in der Trm			
1	2,35	2,32	2,29
2	2,76	2,89	2,97
3	2,68	2,82	2,89
4	2,59	2,74	2,85
5	2,15	2,51	2,68
6	2,23	2,41	2,62
\bar{x}	2,46	2,62	2,72

Ein Einfluß der Witterung auf den Kaliumgehalt in der Pflanze konnte nur insofern andeutungsweise festgestellt werden, als die hohen Werte des zweiten Schnittes nach einer wenige Tage vor dem Mähen gefallenen größeren Regenmenge auftraten. Obwohl die Rasenflächen im August und September bei Bedarf beregnet wurden, sanken die Kaliumgehalte von Anfang August an kontinuierlich ab.

Es ist anzunehmen, daß die Abnahme des Kaliumgehaltes auch durch eine Verringerung der Pflanzenverfügbarkeit verursacht wurde. Die geringen natürlichen Regenmengen (August, September jeweils ca. 35 mm) führten selbst unter Berücksichtigung von künstlicher Beregnung, die sehr sparsam eingesetzt wurde, zu einem Wasserdefizit im Boden.

3.5. Calciumgehalt

Die Ergebnisse zeigen entsprechend dem EHRENBERG'schen Kalk-Kali-Gesetz, daß eine verstärkte Kaliumaufnahme durch die Pflanze die Calcium-Aufnahme verringert. So enthielten die Schnittgutproben aus Parzellen mit höherer N-Düngung meistens niedrigere Calciumgehalte als solche mit niedrigem N-Angebot (Tab. 6).

Die relativ geringen Gehalte von ca. 0,7–0,8 % Ca in der Trm sind sicherlich nicht nur durch den Ionenantagonismus von

Tabelle 6:
Veränderung der Calciumgehalte der Rasengräser (% Ca in der Trm) im Verlauf der Vegetationsperiode bei unterschiedlicher N-Düngung

Schnitt	Düngungsstufe (g N/m ²)		
	12	24	36
	% Ca in der Trm		
1	0,74	0,77	0,71
2	0,77	0,73	0,70
3	0,89	0,82	0,75
4	0,87	0,88	0,74
5	0,86	0,89	0,62
6	0,67	0,70	0,61
\bar{x}	0,80	0,77	0,69

K* und Ca** begründet, sondern spiegeln auch das geringe physiologische Alter der im Schnittgut befindlichen Pflanzenteile wider. Auch ein hemmender Einfluß des Ammoniumions (Schwefelsaures Ammoniak als N-Dünger) auf die Calcium-Aufnahme kann als wahrscheinlich angenommen werden.

3.6. Magnesiumgehalt

Die Nährstoffe Calcium und Magnesium verhalten sich gleichsinnig. Die Magnesiumwerte zeigen im Mittel keine Abhängigkeit von der Höhe der Stickstoffdüngung, sie stimmen in allen N-Stufen etwa überein (Tab. 7).

Tabelle 7:
Veränderung der Magnesiumgehalte der Rasengräser (% Mg in der Trm) im Verlauf der Vegetationsperiode bei unterschiedlicher N-Düngung

Schnitt	Düngungsstufe (g N/m ²)		
	12	24	36
	% Mg in der Trm		
1	0,19	0,20	0,19
2	0,17	0,16	0,16
3	0,17	0,17	0,16
4	0,16	0,16	0,16
5	0,16	0,15	0,15
6	0,13	0,13	0,14
\bar{x}	0,16	0,16	0,16

3.7. Korrelationsberechnungen

Um den Fragenkomplex der Beeinflussung des Mineralstoffgehaltes von Rasengräsern durch Stickstoffdüngung abzurufen, sollten über Korrelationsberechnungen bestehende Zusammenhänge aufgezeigt werden. Trotz des geringen Zahlenmaterials ergaben sich ähnliche Beziehungen zwischen den einzelnen Nährstoffen, wie sie bereits von MILLER (1973) an Rasengräsern und von VOIGTLÄNDER und LANG (1973) und OPITZ v. BOBERFELD (1972) an Weidegras festgestellt wurden.

Diese Ergebnisse verdeutlichen nochmals den steigenden Kaliumbedarf bei steigenden Stickstoffgaben, während gleichzeitig die Calcium- und Magnesiumgehalte bei gleichsinnigem Verhalten abnehmen. Nur sehr geringe, ungesicherte Korrelationen bestehen zwischen Phosphat einerseits und Calcium, Magnesium bzw. Stickstoff andererseits, während im Gegensatz dazu gegenüber Kalium eine hochgesicherte positive Korrelation auftritt, die sich mit dem sehr ähnlichen Verlauf der P- und K-Aufnahme sowie ihrem Verhalten in der Pflanze erklären läßt.

Tabelle 8:
Korrelationen zwischen den Gehalten an P, K, Ca, Mg und N in Rasengräsern (Korrelationsangaben in Klammern sind statistisch nicht gesichert)

	P	K	Ca	Mg	N
P	—				
K	0,65	—			
Ca	(-0,11)	(-0,07)	—		
Mg	(0,05)	(-0,09)	0,38	—	
N	(0,01)	0,45	-0,52	-0,37	—

Signifikanzgrenze bei 5 %: 0,35
Signifikanzgrenze bei 1 %: 0,45

3.8. Mineralstoffentzüge

Anhand der Trockenmasseerträge und der Mineralstoffgehalte ließ sich das von den Pflanzen dem Boden entzogene Quantum an Mineralstoffen berechnen. Allerdings berücksichtigen diese Werte nur die im Erntegut enthaltene Nährstoffmenge. Bei Rasengräsern führt eine erhöhte Substanzproduktion nicht nur zu einer Vermehrung des Schnittgutanteils, sondern induziert in erheblichem Umfang auch eine verstärkte Ausläuferbildung, welche letztlich eine Verbesserung der Narbendichte

bewirkt. Somit wurde im Schnittgut nur ein Teil der tatsächlich aufgenommenen und umgesetzten Nährstoffe wiedergefunden.

Für den Versuchszeitraum ergaben sich folgende Nährstoffentzüge:

Düngung g N/m ²	N	Entzug g/m ²			
		P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
12	6,8	3,2	6,1	2,2	0,56
24	10,8	4,4	8,9	3,0	0,75
36	14,9	5,5	11,6	3,4	0,90

Aus dieser Aufstellung läßt sich deutlich entnehmen, daß der Nährstoff Kalium mit seinen hohen Entzügen sehr schnell ins Minimum geraten kann, während Calcium und Magnesium meistens in ausreichender Menge im Boden vorhanden sind, soweit er nicht von Natur aus sehr arm ist, wie es bei „künstlichen“ Substraten der Fall sein kann.

3.9. Nährstoffverhältnisse in der Pflanzensubstanz

Bei zunehmender Stickstoffdüngung ergab sich eine Verschiebung des Nährstoffverhältnisses innerhalb des Schnittguts dahingehend, daß sich das Verhältnis von N zu P und K etwas erweiterte, wogegen das Verhältnis P zu K einen weitgehend gleichbleibenden Wert von etwa 1 : 2 beibehielt (Tab. 9).

Tabelle 9:
Nährstoffverhältnisse im Rasengras in Abhängigkeit von der Höhe der N-Düngung

Düngung g N/m ²	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
12	1	0,46	0,88	0,08
24	1	0,40	0,82	0,06
36	1	0,36	0,77	0,06
Mittelwert	1	0,41	0,82	0,06

Das Nährstoffverhältnis schwankte trotz sehr unterschiedlicher N-Düngung nur in einem relativ engen Bereich. Das Kaliumbedürfnis der Gräser erwies sich mit einem Verhältnis von etwa 1 : 0,8 (N : K₂O) als recht hoch.

3.10. Veränderungen in der Bestandszusammensetzung des Rasens

Nach Beendigung des Versuchs wurden die Anteile der einzelnen Arten am Pflanzenbestand festgehalten (Tab. 10).

Tabelle 10:
Änderung der Artenanteile im Rasenbestand unter dem Einfluß steigender N-Düngermengen 1972 (Bestandsanteile in % der Bodendeckung; Bodendeckung jeweils 100 %)

Pflanzenarten	Düngung g N/m ²		
	12	24	36
	Anteile in %		
Poa pratensis	67	72	80
Festuca rubra	25	24	18
Poa annua	6	3	2
Trifolium repens	2	1	—
Sonstige	+	+	+

Höhere Stickstoffgaben verringerten den Anteil von Festuca rubra und Poa annua zugunsten von Poa pratensis. Der Rasen wurde somit etwas trockenheitstoleranter und strapazierfähiger. Eine Unkraut verdrängende und somit den Pflanzenbestand verbessernde Wirkung einer hohen N-Düngung auch auf einem Standort mit guter Versorgung an Phosphat und Kali konnte festgestellt werden.

4. DISKUSSION

Die an Rasenflächen durchgeführten Untersuchungen sollten anhand von Schnittgutanalysen zu Aussagen über die Gehalte und das Verhältnis der Nährstoffe (N, P, K, Ca, Mg) in der Pflanzensubstanz führen. Die Versuche auf einem an Phosphat, Kali und Magnesium sehr gut bevorrateten Lößlehm-boden zeigten, daß Rasengräser zur Verwertung hoher Stickstoffgaben auch reichlich mit Phosphat und Kali versorgt sein müssen. Das Nährstoffverhältnis schwankte selbst bei unterschiedlich hoher N-Düngung nur in einem engen Bereich. Vom Nährstoffverhältnis in der Pflanzensubstanz direkt auf die Zusammensetzung eines Rasenvolldüngers schließen zu wollen, ist nicht möglich, da u. a. Menge und Pflanzenverfügbarkeit der Düngernährstoffe im Boden nicht gleich sind. Geht man allerdings davon aus, daß die Ausnutzbarkeit von Stickstoff und Kali etwa gleich groß ist, so könnte das Verhältnis dieser Nährstoffe in der Trockensubstanz von etwa 1 : 0,8 auch einen Anhaltswert für die Rasendüngung darstellen. Das

Nachlieferungsvermögen an nativem Kalium aus ton- und schluffreichen Böden ist durchaus mit ansetzbar. Wenn schon „mindestens 90 % unserer Rasenflächen an konstantem Nährstoffmangel leiden“ (EISELE 1973), so sollte nicht durch falsch gewählte Nährstoffrelationen diese Notsituation der Rasengräser noch vergrößert werden. Ein Luxuskonsum der Rasengräser an Kalium dürfte bei einem K-Gehalt von etwa 2,60 % in der Trm unter Berücksichtigung des geringen physiologischen Alters wohl nicht gegeben sein. Es fehlen jedoch spezielle Untersuchungen in der Literatur, aus welchen ersichtlich wäre, bei welchen K-Gehalten mit K-Mangel bzw. Luxuskonsum zu rechnen ist. Obwohl sich auf Grund verschiedenster Standortbedingungen kein definitiver Vorschlag für ein optimales NPK-Verhältnis bei der Rasendüngung machen läßt, sollte doch dem Kaliumangebot größere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Weiter deutet die Veränderung der Artenzusammensetzung darauf hin, daß nur durch gesteigerte Konkurrenzkraft der Gräser eine Unkrautunterdrückung erfolgt. Als indirekte „Unkrautbremse“ fungiert in erster Linie der Stickstoff, zu dessen Umsetzung jedoch ein proportionales Angebot an Phosphat und Kali notwendig erscheint. Da Unkräuter sowohl auf gut als auch auf schlecht mit P und K versorgten Rasenflächen ihr Fortkommen finden, wird ihre Ausbreitung in erster Linie durch das Verdrängungsvermögen der zu fördernden Rasengräser gehemmt. Neben der N-Düngung erhöht eine optimale Kaliverfügbarkeit zudem die Winterhärte sehr stark (JUSKA und MURRAY 1973, NISSINEN 1970), was seinerseits auf Grund verminderter Auswinterung zu weniger „Freiflächen für Unkräuter“ führt.

6. LITERATUR

- EISELE, Ch., 1973: Rasen, Gras und Grünflächen. 2. Aufl., Verlag Paul Parey, Berlin u. Hamburg.
- JUSKA, F. V., und I. I. MURRAY, 1973: In PIETSCH, R.: Kurzbericht über die 2. Internationale Turfgrass Research Conference. Rasen, Turf, Gazon 4, 46–48.
- MILLER, R. W., 1973: In PIETSCH, R.: Kurzbericht über die 2. Internationale Turfgrass Research Conference. Rasen, Turf, Gazon 4, 46–48.
- NISSINEN, O., 1970: Effects of different minerals on the resistance of English ryegrass to *Fusarium nivale* (Fr.) Ces. Peat & Plant News 3, 3–11.
- OPITZ v. BOBERFELD, W., 1972: Einfluß von Schnitt und Aufwuchshöhe auf Trockensubstanzertrag und Inhaltsstoffe des Futters bei Weideversuchen. Wirtschaftseig. Futter 18, 237–245.
- SIEBER, I., 1970: Wirkungen organischer und mineralischer Rasendünger. Rasen, Turf, Gazon 1, 56–58.
- SKIRDE, W., und I. KERN, 1971: Untersuchungen über Zuwachs, Nährstoffgehalt und Bestandumbildung von Rasenaussaaten unter dem Einfluß verschieden hoher Stickstoffgaben. Rasen, Turf, Gazon 2, 118–123.
- VOIGTLÄNDER, G., und V. LANG, 1973: Mengen- und Spurenelemente im Grundfutter in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung der Futterflächen. Landwirtsch. Forsch. 28. SH, Teil II, 170–180.

5. ZUSAMMENFASSUNG

- In einem N-Steigerungsversuch auf Zierrasen mit 12, 14 und 36 g N je m² und Schnitt wurden die Trm-Erträge, die Nährstoffgehalte und -entzüge an N, P, K, Ca und Mg ermittelt, um daraus Schlüsse auf die notwendige Höhe der PK-Düngung bei steigenden N-Gaben ziehen zu können.
- Mit steigenden N-Gaben wurden die Trm-Erträge, Stickstoff- und Kaligehalte beträchtlich erhöht, die Gehalte an P und Mg kaum beeinflußt und die an Ca deutlich herabgesetzt.
- Unabhängig von der N-Düngung waren die Korrelationen zwischen den Gehalten an P und K sowie N und K hochsignifikant positiv bzw. zwischen N und Mg signifikant negativ. Signifikant positive Korrelationen wurden zwischen den Ca- und Mg-Gehalten ermittelt.
- Das Nährstoffverhältnis betrug im Mittel der N-Stufen 1 N : 0,41 P₂O₅ : 0,82 K₂O. Es schwankte trotz unterschiedlicher N-Düngung in einem relativ engen Bereich, wobei auch das Verhältnis P₂O₅ : K₂O mit rund 1 : 2 konstant blieb.
- Durch erhöhte N-Gaben wurde der Anteil von *Festuca rubra* und *Poa annua* zugunsten von *Poa pratensis* verringert und das Aufkommen von *Trifolium repens* verhindert.
- Aus den Ergebnissen kann der Schluß gezogen werden, daß der P- und K-Gehalt in einigen Rasen-Mehrnährstoffdüngern zu niedrig ist, wenn man sie als Alleindünger verwendet; das gilt besonders für nährstoffarme Substrate und bei regelmäßiger Entfernung des Schnitrgutes.
- Infolge zunächst hoher K-Aufnahme kann der Kaligehalt im Boden besonders schnell absinken, was zu einer Schwächung der Konkurrenzkraft der Gräser und zu einer Beeinträchtigung der Winterhärte beitragen kann.

Summary

This is a report of a fertilizer trial on turf in southern Germany. With increasing dressings of nitrogen the yield in drymatter and its content of N and K were augmented, the effect on P and Mg was very small and the content of Ca was depressed considerably. The correlations between the contents of P and K, N and K as well as between Ca and Mg were positive significant, while that between N and Mg were negativ significant. The relation between N : P₂O₅ : K₂O in the drymatter was 1 : 0,41 : 0,82. Despite big differences in the height of the N-dressings this relation varied relatively little whereby the relation of P₂O₅ : K₂O remained constant with 1 : 2. High dressings of N favoured *Poa pratensis* on the cost of *Festuca rubra* and *Poa annua*, the invasion of *Trifolium repens* was prevented. Because of the high uptake of K the K-content in the soil can decrease very quickly, thus weakening the growth vigour of the grasses and diminishing their winterhardiness.

Mitteilungen

**Aus der Arbeit der Deutschen Rasengesellschaft e. V.
Bonn, Kölner Straße 142–148, Tel.: 0 22 21 / 37 68 78**

Rasenseminar vom 2. bis 5. Juli 1974

Die Deutsche Rasengesellschaft veranstaltet vom 2. bis 5. Juli 1974 in der Bildungsstätte des deutschen Gartenbaues in Grünberg ihr nächstes Rasenseminar.

Hauptthemen sind die Planung, Anlage und langjährige Unterhaltungspflege von Spiel- und Sportplätzen.

Ausführungen über Rasenersatzpflanzungen und Begrünungen von Autobahnen bieten zum Abschluß des Seminars die neuesten Erfahrungen, die sich bei Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet ergeben haben.

Interessenten können sich schon heute bei der Bildungsstätte des Deutschen Gartenbaues e.V., 6310 Grünberg 1, Gießener Str. 47, Tel.: 06 40 12 / 70 03 anmelden.

Das genaue Programm geht in den nächsten Tagen an die Mitglieder der Deutschen Rasengesellschaft.

RASEN

TURF | GAZON

Internationale Zeitschrift für Forschung und Praxis

Die nächste Ausgabe erscheint als Septemberheft 1974, Anzeigenschluß für dieses Heft ist am 9. 9. 1974.

10 Jahre Deutsche Rasengesellschaft Bonn

1964 wurde die Deutsche Rasengesellschaft auf der Godesburg in Bad Godesberg gegründet. Anlässlich dieses Jubiläums veranstaltete die Deutsche Rasengesellschaft eine öffentliche Vortragsveranstaltung auf dem Venusberg, Gaststätte Waldau. Präsident Ley vom Zentralverband Gartenbau sprach als Ehrengast für den Gesamtgartenbau. In seinen Begrüßungsworten würdigte er die Arbeit der Deutschen Rasengesellschaft. „Soweit der Zentralverband Gartenbau Ihre Aktionen unterstützen kann, sei Ihnen jede Hilfe zugesagt“, erklärte Ley und bekam für dieses Angebot großen Beifall.

Als Vorläufer der Gesellschaft kann man den „Arbeitskreis Rasen“ betrachten, der im Jahre 1956 zum ersten Male zusammentrat und für dessen Arbeit sich der leider vor kurzem allzu früh verstorbene Diplomgärtner G. Rohlf vom Zentralverband des Deutschen Gemüse-, Obst- und Gartenbaues sehr verdient machte. So war schon von den Anfängen her eine sehr enge Verbindung zu den Kreisen des Gartenbaues hergestellt. Diese Verbindung bewährte sich auch später, als unter maßgebender Mithilfe von Präsident Dr. Schröder an Stelle der bisher bestehenden losen Arbeitsgemeinschaft die Rasengesellschaft als eigener Verein gegründet wurde.

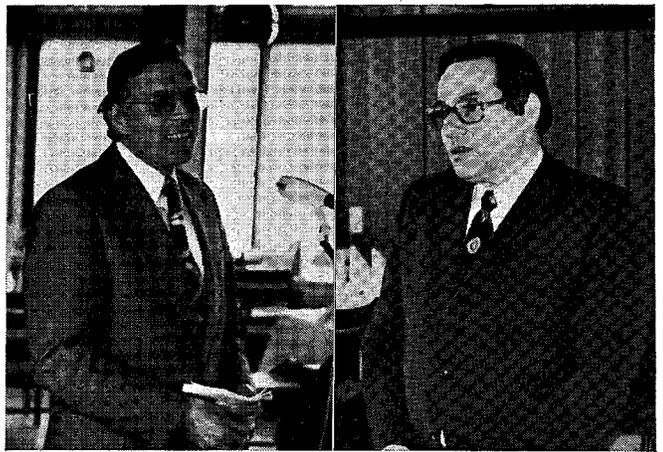
Einer der satzungsgemäßen Vereinszwecke ist die Förderung von Einrichtungen zur Rasenforschung. Da sich die Unterhaltung einer eigenen Rasenforschungsstelle aus finanziellen Gründen als nicht möglich erwies, sie auch eigentlich eine öffentliche Aufgabe darstellt, beschränkt sich die Gesellschaft darauf, Institute, gärtnerische Ausbildungsstätten der verschiedenen Stufen, aber auch Firmen zur Anlage von Rasenversuchen anzuregen. Es wird auch versucht, solche Versuche in bescheidenem Maße finanziell zu fördern; in Zukunft wird es auch wohl besser als bisher möglich sein, bei deren Auswertung praktisch zu helfen. Erfreulicherweise sind in den letzten Jahren auf unsere Anregungen hin eine größere Anzahl neuer Rasenversuche in allen Teilen der Bundesrepublik, einschließlich Westberlins, zur Anlage gekommen. Im Herbst 1974 wird der III. Rasendüngungsversuch anlaufen.

Viel Beachtung fanden in der Arbeit der Gesellschaft naturgemäß auch Saatgut- und Sortenfragen, die u. a. zur Festlegung von „Richtlinien zur Prüfung von Rasensaatgut“ führten, nach denen zu arbeiten sich die amtlichen Samenprüfstellen bereiterklärten, mit denen gemeinsam diese ausgearbeitet worden waren.

Als eine besonders wichtige Aufgabe sieht es die Gesellschaft an, zur Fortbildung ihrer Mitglieder beizutragen. 800 und wahrscheinlich noch mehr Interessenten wurden bisher bei den Rasenseminaren über Rasenfragen informiert.

Da der Deutschen Rasengesellschaft an einer weiteren Verbreitung der neuen Erkenntnisse zu allen Rasenfragen sehr gelegen ist, war sie 1970 gern bereit, das Angebot des Hortus-Verlages anzunehmen, um ihr eigenes Organ unter Zusammenschluß mit den Veröffentlichungen der Rasenforschungsstelle Gießen zu Gunsten dieser neuen Zeitschrift aufzugeben. „Die ‚RASEN – TURF – GAZON‘ ist heute auf dem Sektor Rasen für Mitteleuropa die bedeutendste Zeitschrift“ sagte Professor Dr. Boeker.

Die Referate der öffentlichen Vortragsveranstaltung wurden gehalten von Per Halby Tempel, Gartenbaudirektor der Stadt Wuppertal, Günter Rode, Präsident des Bundesverbandes Garten- und Landschaftsbau, Professor Dr. Peter Boeker, Vorsitzender der Deutschen Rasengesellschaft.



Zu den Bildern von oben nach unten:

von links: Per-Halby Tempel und G. Rode

von links: Prof. Boeker, Herr Hunkler, Herr Frank, Herr Stauss
Teilausschnitt von der Öffentlichen Vortragsveranstaltung

Bei der Versuchsbesichtigung auf dem Dikopshof bei Wesseling

VII. Internationales Rasenkolloquium in Österreich

10. bis 13. September 1974

Das diesjährige Internationale Rasenkolloquium fand auf Einladung des Instituts für Grünraumgestaltung und Gartenbau der Hochschule für Bodenkultur in Wien statt. Es gliederte sich, wie die vorausgegangenen Kolloquien, in einen Referatenteil und in Exkursionen.

Im Referatenteil führte der Gastgeber, Prof. Dr. F. Woess, zunächst in die „Problematik der Rasenforschung“ unter Berücksichtigung österreichischer Verhältnisse ein. Ebenfalls einführend für die vorgesehenen Exkursionen im Wiener Raum referierte Prof. Dr. E. Hübl, Wien, über „Trockenrasen und Buschwald im pannonischen Raum“. Mit Untersuchungsmethoden zur Prüfung der Winterfestigkeit von Gräsern beschäftigte sich Dr. P. Ruckenbauer, Wien, während die Herren Bakker und Vos, Wageningen, über neue Ergebnisse zur unterschiedlichen Resistenz von *Poa pratensis*-Sorten gegenüber 2 Rostarten berichteten.

Einen breiten Raum im Referatenteil nahmen Fragen der Nährstoffversorgung von Rasen ein. Hierzu lieferten Beiträge zu „Nährstoffgehalt und Nährstoffentzug“ unter dem Aspekt von Gräserarten E. W. Schweizer, Thun sowie unter dem Gesichtspunkt verschieden hoher Düngung und verschiedener Bodenaufbauten W. Skirde, Gießen.

Ein weiteres Referat über „Düngung von Sportrasen“ wurde von F. Riem Vies, Haren-Groningen, gehalten, während J. P. van der Horst und H. A. Kamp, Den Haag, zahlreiche Ergebnisse über die Beziehung zwischen Stickstoffdüngung und Belastbarkeit von Rasenflächen mitteilten.

Über die Wirkung verschiedener Dünger auf Rasengräser berichtete abschließend K. E. Schönthaler, Wien.

Mit Ausnahme des zu einem späteren Zeitpunkt erscheinenden Beitrags von Bakker und Vos, Wageningen, werden alle in

Wien vorgetragenen Referate in diesem Heft von RASENTURF-GAZON publiziert.

Im Rahmen des Besichtigungsprogramms fand zunächst eine ganztägige Exkursion in das Burgenland statt, wo Fertigrasenproduktion, Naturrasenflächen, Trockenrasen, Salzvegetationen und die Biologische Station Illmitz besichtigt wurden. Am Vormittag des 2. Exkursionstages standen Böschungsbegrünungen in Wien, besonders aber ein Besuch des Versuchsgartens des Instituts für Grünraumgestaltung und Gartenbau in Wien-Eßling auf dem Programm. Dort ergaben sich interessante Einblicke in Bodenaufbauversuche und in die Trockenheitsreaktion von Gräserarten, Gräserarten sowie Mischungen.

Am Nachmittag des 2. Exkursionstages reiste ein großer Teil der Kolloquiumsteilnehmer nach Innsbruck, um am 3. Exkursionstag Eindrücke in diesem ökologisch völlig anders gearteten Tiroler Raum zu gewinnen.

Es wurden Rasenversuche der Landesanstalt für Samenprüfung und Pflanzenzucht in Rinn, der angrenzende, sich im Aufbau befindliche Meisterschaftsgolfplatz Rinn-Innsbruck, die im Sommer umgebaute Rasenspielfläche des Tivoli-Stadions in Innsbruck, Böschungsbegrünungen an der Brenner-Autobahn sowie der in 1250 m Höhe gelegene, idyllische Golfplatz Seefeld besichtigt.

Zum VII. Internationalen Rasenkolloquium waren 75 Teilnehmer aus 9 Ländern erschienen, erstmals auch aus Frankreich und Jugoslawien. Sie waren vor allem von den extremen, schwierigen Verhältnissen des Rasenbaues im Wiener Raum beeindruckt, gleichzeitig aber auch von dem Kontrast, den dazu die Tiroler Exkursion bot.

Das VIII. Internationale Rasenkolloquium wird in der ersten Septemberhälfte 1975 wieder in Gießen stattfinden.

W. Skirde

Die Kolloquiumsteilnehmer bei der Besichtigung einer Anzuchtfläche von Fertigrasen in Parndorf, unweit des Neusiedler Sees.



Stand der praktischen Anwendung der Rasenforschung in Österreich

F. Woess, Wien

Mit den ersten auf dem österreichischen Markt erscheinenden spezifischen „Rasengräsern“ bzw. „Spezialrasenmischungen“ begann die Diskussion um deren Wert, zumal dieses Angebot nicht über den Samenfachhandel sondern mit hohem Werbeaufwand im Eisenhandel erfolgte. Das liegt nun etwas mehr als 10 Jahre zurück. Inzwischen wurden einige Schritte vorwärts gemacht sowohl von der Forschung als auch im Bereich der Anwendung der Forschungsergebnisse.

Die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Praxis, was den Rasen betrifft, erfolgt nur äußerst langsam. Die Hauptursache dafür soll kurz skizziert werden:

Der Nachteil aller „guten“ Rasengräser und -mischungen ist ihre langsame Anfangsentwicklung. Daß in diesem Bereich keine eminenten Fortschritte zu erzielen sind, dürfte bereits als sicher anzusehen sein. Das heißt also, daß es nur durch intensivste Hinweise auf die verbesserte Qualität, geringere Pflegeansprüche und die vermehrte Beachtung langfristiger Bewertungskriterien möglich ist, Rasenzuchtsorten stärker zu forcieren.

Anstatt irgend einer Rasenansaat einen Qualitätsrasen zu etablieren, ist eben kein sehr bequemer Weg. Am überzeugendsten ist das praktische Beispiel, und zwar an möglichst vielen Stellen und in ausreichend großen Flächen. Diese Art der Verbreitung geht allerdings nur sehr langsam vor sich und beschränkt sich weitgehend auf den Bereich von Gartenbesitzern in Eigenregie angelegten Rasenflächen.

Am schwierigsten ist die Einführung von Qualitätsrasen bei gewerblichen Gartenbaufirmen, ganz einfach deswegen, weil einerseits kaum jemals im Leistungsverzeichnis – sofern ein solches überhaupt existiert – eine nähere Präzisierung der erwünschten Raseneigenschaften aufscheint. Zum anderen ist es immer noch gang und gäbe, daß die Übergabe der Rasenflächen und somit auch die Bezahlung der geleisteten Arbeit nach dem 1. oder 2. Schnitt erfolgt, und je früher diese möglich ist, desto besser scheint es zunächst für alle Beteiligten zu sein. Später erhält das Institut dann laufend Anfragen, was man denn tun könnte, man hätte sich eine bessere Rasenqualität vorgestellt usw. Von Seiten der Gartenbaufirmen ist also keinerlei ausschlaggebende Besserung der Situation zu erwarten.

Im Bereich der kommunalen Grünflächen hat sich in den letzten Jahren ein merklicher Fortschritt gezeigt, zumindest was die Verwendung von Rasenmischungen für Extensivlagen betrifft (Donauinsel, Bisamberg). Bei der Anlage von Rasenflächen im innerstädtischen Gebiet, in Parkanlagen, zwischen Wohnblöcken usw. haben sich die Verhältnisse allerdings noch kaum geändert. Da werden nach wie vor hauptsächlich Mischungen mit über 70 % *Lolium perenne* verwendet! Dies ist umso bedauerlicher, weil gerade hier eine Verbesserung der Rasenqualität dringend notwendig wäre.

Selbst bei der WIG 74 gelangten vorwiegend Rasenmischungen zur Aussaat, die keineswegs gesteigerten Qualitätsansprüchen gerecht werden können.

Als Argumente gegen bessere Mischungen werden die höheren Pflegeansprüche während der Anfangsentwicklung, die angeblich nicht zu schaffen sind, und der Druck der öffentlichen Meinung bezüglich der starken anfänglichen Verunkrautung vorgebracht. Eine geringe Schnittfrequenz guter Mischungen als Positivum anzuführen ist insofern nicht möglich, weil die meisten Rasenflächen der Wiener Grünanlagen auch derzeit nur 10–15 mal im Jahr geschnitten werden.

Als spezielle Situation kommt noch dazu, daß vor 2 Jahren einige Flächen in Wiener Parkanlagen zur Betretung freigegeben wurden. Wie 2 dieser Flächen derzeit aussehen, wird bei den Exkursionen zu besichtigen sein. Es sind Flächen, deren „Rasen“ bereits mehrere Jahrzehnte alt war und einen sehr starken Besatz mit Unkräutern aufwies. Ohne irgendeine Pflegemaßnahme, sei es Düngung, Bodenlockerung oder ähnliches wurden diese Flächen der Betretung überlassen, dabei ist der dort anstehende Boden sehr feinerdeich. Das Ergeb-

nis war, daß eine Staubwüste übrigblieb. Die ganze Unternehmung hat den Anschein als sollte damit der Beweis erbracht werden, daß es in Wien nicht möglich ist, den Rasen in öffentlichen Grünanlagen zur Betretung freizugeben.

Glücklicherweise sind die Verhältnisse nicht in allen Bereichen so düster. Wie bereits kurz erwähnt, ist es vor allem der Hausgarten, wo Qualitätsmischungen stärker Verwendung finden. Dabei konnten mit den vom Institut der Vereinigung österreichischer Saatgutkaufleute empfohlenen Mischungen die unter dem Namen „Rasenformel 2000“ im Handel sind, beachtliche Erfolge erzielt werden. Die zwei Mischungstypen sind der „Wohnrasen“ mit 60–70 % *Poa pratensis* und 30–40 % *Festuca rubra* und der „Sportrasen mit

60 % *Poa pratensis*
10 % *Festuca rubra*
10 % *Cynosurus cristatus*
20 % *Lolium perenne*

wobei immer Rasenzuchtsorten verwendet werden.

Der Samenhandel selbst zeigt sich an der Entwicklung sehr interessiert und ist durchaus bemüht, mehr Qualität anzubieten, obwohl es bekannt schwierig ist, den Käufer auch die Nachteile der Qualitätsmischungen darzulegen. Vor allem ist ein längeres Verkaufsgespräch erforderlich, wozu die Zeit nur schwer aufzubringen ist, zumal die Handelsspannen vielfach geringer sind als bei üblichen Mischungen.

Das zweite Anwendungsgebiet der Rasenforschung ist der Rasensportplatz. Seit dem Inkrafttreten der ÖNORM B 2605 „Anlagen für Spiele und Leichtathletik im Freien“ wird dem Bodenaufbau und der Rasenmischung bei Rasensportplätzen mehr Beachtung geschenkt. Wenngleich die in der Norm enthaltenen Richtlinien zunächst nur grobe Anhaltspunkte darstellen, wurde damit doch erreicht, daß sich Planer und ausführende Firmen mehr mit der Materie auseinandersetzen müssen. Allerdings wird dabei oft ins andere Extrem verfallen, in dem man glaubt, den Bodenaufbau des Münchner Olympiastadions weitgehend kopieren zu müssen.

Die gute Zusammenarbeit zwischen dem österreichischen Institut für Schul- und Sportstättenbau und der Rasenforschung hat sich bereits als sehr positiv herausgestellt und wird sich bestimmt noch weiterentwickeln. Gemeinsame Versuchsanlagen können bei der Exkursion besichtigt werden. Dabei geht es in erster Linie darum, Bodenaufbauten zu finden, deren Anlage- und vor allem langfristige Unterhaltskosten möglichst ökonomisch sind, denn die Finanzkraft der meisten Vereine ist sehr bescheiden.

Die größte Abnahme von Rasensaatgut erfolgt für den Zweck der Hangbegrünung. Deswegen arbeitet das Institut auch sehr gezielt in dieser Richtung, um eine Verbesserung der Situation zu erreichen. In diesem Bereich sind nämlich die Verhältnisse noch sehr unbefriedigend. Einerseits deswegen, weil bei den verantwortlichen Stellen noch zu wenig Fachwissen herrscht, und somit der Begrünungserfolg vielfach immer noch nach einem möglichst raschen Aufgang beurteilt wird. Andererseits die Begrünung von Böschungen im Straßenbau oft den Straßenbaufirmen überlassen wird, die sich keineswegs mit der Materie näher beschäftigen.

Als dritte nachteilige Komponente ist das überaus starke Konkurrenzverhalten der österreichischen Begrünungsfirmen zu nennen. Dadurch werden die Preise meist so tief gedrückt, daß kaum mehr die Möglichkeit besteht, qualitativ hochwertiges Material zu verwenden. Die Preise bei Anspritzverfahren liegen oft bei S 4,-/m²! Dennoch ist laut Auskunft des Samenhandels bereits ein gewisser Trend zum Artenbewußtsein beim Kauf von Böschungsmischungen festzustellen, weil doch langsam erkannt wird, daß die spätere Pflege wesentlich größere Probleme aufwirft als allgemein angenommen wird.

Einige Straßenmeistereien sind schon so weit, daß sie bestimmte Arten vorschreiben, und somit erhebliche Einsparungen beim Schnitt erreichen.

Über die Verwendung von Rasenzuchtsorten zur Böschungsbegrünung bestehen noch geringe Erfahrungen. Im Institut laufen deshalb auch Untersuchungen zu diesem Thema, um vor allem die Wahrscheinlichkeit einer genügend hohen Auflauftrate bei verschiedenen Zuchtsorten und Handelssaaten unter extremen Bedingungen herauszufinden.

Schließlich sei noch kurz über den Stand der gesetzlichen Grundlagen zur Regelung des Rasensaatgutverkehrs in Österreich berichtet. Gegenüber den Nachbarstaaten herrscht in Österreich eine spezielle Situation. Der Rasenimport unterliegt keinerlei Beschränkungen, weil es keine offizielle Rasengräserprüfung gibt. Viel schlimmer allerdings ist, daß auch keine Deklarationspflicht besteht, das heißt der Samenhandel kann ohne Angabe von Sorten oder Herkunft Saatgut, das nicht für Futterproduktion bestimmt ist, vertreiben. Rasenmischungen unterliegen zwar einer Registrierungspflicht, allerdings sind diesbezügliche Bestimmungen soweit gesteckt, daß alles genehmigt werden muß, was weniger als 70 % *Lolium perenne*, egal welchen Typs, enthält. In als Sportplatz- oder Parkrasen registrierten Mischungen dürfen sogar 80 % *Lolium perenne* enthalten sein.

Ein als Böschungsmischung registriertes Saatgut muß etwa 30 % Klee aufweisen wobei auch Luzerne und Espalette zu berücksichtigen sind!

Bei allen Mischungen braucht deren Zusammensetzung auf der Packung nicht angegeben zu werden. Wenn der freie Import von Rasensaatgut auch viele Vorteile bietet, wäre es doch dringend notwendig, wenigstens die Deklaration der Zusammensetzung, der Sorten bzw. Herkünfte und effektivere Hinweise auf die Verwendungseignung zwingend vorzuschreiben.

Weiters wäre wünschenswert, daß bei allen Ausschreibungsunterlagen bzw. Leistungsverzeichnissen, die Begründungen beinhalten, nähere Angaben über zu fordernde Rasenqualität und Mischungszusammensetzung entsprechend der jeweilig beabsichtigten Nutzung enthalten sind. Auch bestehen in der Praxis noch sehr unterschiedliche Vorstellungen über die Notwendigkeit der Düngung von Rasenflächen. Nur wenige Leistungsverzeichnisse enthalten dazu nähere Angaben.

Zusammenfassend ist also festzustellen, daß im Bereich Rasen in Österreich noch viel Aufklärungsarbeit zu leisten ist, um eine Qualitätssteigerung im breiteren Rahmen zu erreichen.

Zusammenfassung

Es werden Angaben über die Situation der Rasenkultur in Österreich gemacht. In allen Verwendungsbereichen des Rasens sind deutliche Ansätze zu einem gesteigerten Qualitätsbewußtsein vorhanden. Die Verwendung von dem jeweiligen Nutzungszweck entsprechenden Mischungen hat sich auf breiter Basis noch nicht durchgesetzt. Gesetzliche Bestimmungen über die Deklaration der Zusammensetzung von Rasenmischungen fehlen weitgehend.

Summary

This is an account of the situation in Austria in the field of turf cultivation. No matter for which purposes turf is used, there are clear tendencies towards a greater appreciation of quality. The use of mixtures, appropriate for the purpose of utilisation, is, however, not yet the custom on a large scale. Legal regulations on the declaration of the composition of turf mixtures are mostly not yet available.

Trockenrasen und Buschwald im Pannonischen Raum Österreichs

E. Hübl, Wien

Unter pannonischem Gebiet oder Pannonicum versteht man in der Pflanzengeographie das Karpatenbecken mit seinen Randlandschaften. Die Westgrenze des österreichischen Pannonicums verläuft am Ostrand der Böhmisches Masse und der Nordostalpen. In dem zwischen Alpen und Böhmisches Masse gelegenen Flach- und Hügelland klingt der pannonische Einfluß ganz allmählich gegen Westen aus. Besonders weit nach Westen reicht er in den wärmebegünstigten, in die Böhmisches Masse eingeschnittenen Tälern der Donau und ihrer nördlichen Nebenflüsse Kamp und Krems. Da hohe Sommerwärme Vorbedingung für das Gedeihen der pannonischen Flora ist, erstreckt sich ihr Einfluß nur auf die niedrigen Lagen, also Ebene und Hügelstufe, ausnahmsweise auch bis in die Montanstufe, Die in Österreich unter pannonischem Einfluß stehenden Landesteile sind das Gebiet um den Neusiedler See, das Wiener Becken und das „Weinviertel“ genannte tertiäre Hügelland nördlich der Donau.

Das Klima ist für mitteleuropäische Verhältnisse sommerwarm und trocken, ähnlich anderen südmittel europäischen Beckenlandschaften, gegenüber westlicher gelegenen, wie etwa der Oberrheinebene merklich wärmer, aber bei weitem nicht so winterkalt wie die klimatisch bedingten osteuropäischen Steppengebiete. Vielmehr gehört das Pannonicum zu den wintermildesten Gebieten Österreichs. Die Jahresmittel der Niederschläge liegen etwa zwischen 500 und 700 mm, die Jahresmittel der Temperatur zwischen 9 und 10° C, die Julimittel zwischen 19 und 20°, lokal auch darüber oder etwas darunter, die Jännermittel überall unter 0°, in den winterkältesten Stationen bis ungefähr -2° (Periode 1901-1960). Die Niederschlagsverteilung ist insofern noch typisch mitteleuropäisch, als das Niederschlagsmaximum im 60jährigen Durchschnitt überall in den Juli, das Minimum in den Jänner fällt. Es kommt aber in den einzelnen Jahren zu beträchtlichen Abweichungen. Nicht selten fällt das Maximum in den Mai oder den Juni. In der Periode von 1951-1960 fiel z. B. bei den meisten pannonischen Stationen, im Gegensatz zu den weiter

westlich gelegenen, das durchschnittliche Regenmaximum in den Juni statt in den Juli. Es zeigen sich somit Einflüsse des nordmediterranen Klimarhythmus, bei dem das Niederschlagsmaximum in das Frühjahr und den Herbst fällt.

Zólyomi (1964) hat die langjährige Niederschlagsverteilung für Ungarn genau analysiert und gefunden, daß in Übereinstimmung mit der Häufigkeit submediterranen Arten die Häufigkeit von Jahren mit Frühjahrs-Herbstmaximum anstelle des Sommermaximums der Niederschläge von NE gegen SW zunimmt. In Österreich dürfte die Hauptrichtung dieser Tendenz NW - SE verlaufen also in Richtung zum südlichen ungarischen Mittelgebirge, wo der submediterrane Einfluß am stärksten ist. Das niederschlagsärmste Gebiet unter 550 mm liegt im NW im Regenschatten der Böhmisches Masse und ist zugleich verhältnismäßig kühl mit Jahresmitteltemperaturen knapp bei 9°. Relativ feucht und warm ist dagegen der Alpenostrand, wo die wärmste Station Niederösterreichs, im bekannten Weinort Gumpoldskirchen, ein Jahresmittel von 9,9° C bei 693 mm Niederschlag erreicht. Auch das Gebiet um den Neusiedler See im Burgenland ist nicht so niederschlagsarm, wie man auf Grund des Landschaftscharakters vielleicht annehmen könnte. Die meisten Stationen um den See und östlich von ihm haben Niederschläge um 600 mm bei einer Jahresmitteltemperatur gegen 10°.

Die geologischen Unterlagen wechseln sehr stark. Die Umrahmung des österreichischen Pannonicums bilden im N vorwiegend Gneise, am Alpenostrand kalkarme oder kalkreiche Fylschsandsteine, Mergel, Kalke und Dolomite. Hügelland und Ebene sind von tertiären und pleistozänen Ablagerungen erfüllt. Über weite Strecken bildet Löß das Ausgangsmaterial für die Bodenbildung. Dementsprechend ist die Schwarzerde (Tschernosem) der typische Boden des Pannonicums. Neben Löß kann auch kalkreicher Sand oder Tegel Ausgangsmaterial für die Schwarzerdebildung sein. Weit verbreitet sind auch früher semiterrestrische, heute trockengelegte Feuchtschwarzerden, die wegen ihrer feinen Struktur anfällig gegen Winde-

rosion sind. In letzter Zeit versucht man in der ausgeräumten Kultursteppe des pannonischen Flachlandes mit Hilfe von Windschutzstreifen Erosion und Austrocknung entgegenzuwirken. Über Karbonatgestein und über Kalkschottern, die ohne Lößbedeckung geblieben sind, wie z. B. im südlichen Wiener Becken, das „Steinfeld“ genannt wird, finden sich Rendسين. Über anstehendem Silikatgestein sind Xeroranker ausgebildet, in höheren Lagen, besonders am Rande der Böhmisches Masse auch Felsbraunerden. Die Tschernoseme gehen in höheren Lagen in Lößbraunerden über (Fink 1964). In der Ebene, besonders östlich des Neusiedler Sees, kleinflächig auch in Niederösterreich, sind streckenweise auch Salzböden, Solontschak und Solonetz, ausgebildet.

Dem Klima entsprechend ist der mitteleuropäische Grundstock der Flora mit Arten kontinentaler oder submediterraner Gesamtverbreitung angereichert, die ja beide an sommerliche Trockenperioden angepaßt sind. Etwas grob vereinfachend kann man sagen, daß in den kühl-trockenen Gebieten, die vorwiegend nördlich der Donau liegen, mehr kontinentale Arten, in den feucht-warmen Gebieten, besonders am Alpenostrand, mehr submediterrane (oft ostsubmediterrane) den Ton angeben. Dies hat Niklfeld (1964) schön herausgearbeitet. Als Beispiel für ausgesprochen kontinentale Arten seien die Spezialitäten des Weinviertels, *Eurotia ceratoides*, *Kochia prostrata*, *Crambe tatarica* und *Cytisus kitaibelii* genannt, als submediterrane Arten *Pinus nigra*, *Cotinus coggygria* und *Convolvulus cantabrica* vom Alpenostrand, *Fraxinus ornus* und *Laburnum anagyroides* vom Leithagebirge. Nicht sehr groß ist die Zahl der pannonischen Endemiten. Es sind dies vorwiegend Bewohner ausgeprochener Sonderstandorte mit beschränkter Verbreitung, wie z. B. die Federnelken Kleinarten *Dianthus lumnitzeri* der südwestlichen Karpaten einschließlich der Hainburger Berge und *Dianthus neilreichii* des Alpen-Ostrand.

Bezüglich der Vegetation sind heute fast alle Fachleute der Meinung, daß die natürliche potentielle Vegetation des Gebietes nicht eine Steppe, sondern großflächig zweifellos ein eichenbeherrschter thermophiler Wald ist. Baumfreie Gesellschaften sind außer an Gewässern an extremen Sonderstandorten, wie Salzböden, Sandböden, Fels- oder Lößsteilhängen meist nur kleinflächig ausgebildet (Sóó 1940, 1959, Zólyomi 1953, 1964, Wendelberger 1954). Die großen Pusztaflächen der ungarischen Tiefebene sind, ähnlich wie die norddeutsche Heide erst vom Menschen geschaffen worden und sind wie diese durch den Wandel der Bewirtschaftungsweise im Verschwinden begriffen. In Niederösterreich ist man z. T. schon im vorigen Jahrhundert zur reinen Stallhaltung übergegangen. Die Weideflächen wurden meist umgebrochen, z. T. blieb der Weidebetrieb bis nach dem Ende des zweiten Weltkrieges erhalten. Eine solche reliktiäre Weidefläche ist z. B. die „Perchtoldsdorfer Heide“ am Alpenostrand, die ein bevorzugtes Naherholungsgebiet für die Wiener darstellt. Im Burgenland ist der Weidebetrieb erst in den letzten Jahren erloschen. Die ehemaligen Weideflächen werden umgebrochen, aufgeforstet oder verhüttelt. Aus Gründen der Arbeitsökonomie geht man im gesamten Pannonicum in neuester Zeit immer mehr zur viehlosen Wirtschaft über. Damit verschwindet allmählich das gesamte Grünland. Besonders gefährdet sind die Pfeifengras-Streuwiesen, die ja selbst bei Viehhaltung heute unrentabel geworden sind.

Wir wollen nun die einzelnen Vegetationstypen näher betrachten. Unter natürlichen Verhältnissen stoßen Wald und Rasen nicht unvermittelt aneinander, sondern es entstehen Übergangsbereiche, wo Sträucher und krautige Pflanzen Waldsäume bilden. Die Tendenz zur Saumbildung besteht aber auch bei künstlich geschaffenen Waldrändern. Naturnahe Waldsäume sind im österreichischen Pannonicum nur mehr auf Felshängen erhalten. Hier läßt sich folgende zonale Abfolge von tiefgründig zu flachgründig verfolgen: Flaumeichen-Hochwald, Flaumeichen-Buschwald mit Saum aus Sträuchern und Stauden, Trockenrasen, Felssteppe. Die Flaumeichen-Buschwälder hat der ungarische Botaniker Pal Jakucs monographisch bearbeitet („Die phytocoenologischen Verhältnisse der Flaumeichen-Buschwälder Südostmitteleuropas“ 1961). Er schloß die damals beschriebenen österreichischen Bestände an das Ceraso (mahaleb) – Quercetum pubescentis oder an das Cotino-Quercetum pubescentis an. Das Ceraso (mahaleb)-

Quercetum ist die Assoziation der stärker kontinentalen Gebiete, der östlichen ungarischen, slowakischen, mährischen und böhmischen Mittelgebirge. Von den österreichischen Flaumeichen-Buschwäldern wären die der Hainburger Berge und der Wachau hier anzuschließen, während diejenigen des Alpenostrandes und des Leithagebirges zum Cotino-Quercetum gehören. Jakucs hebt hervor, daß das Ceraso-Quercetum meist Mosaikkomplexe mit Steppenwiesen bildet und einen kontinentalen Waldsteppencharakter hat. Die Assoziation ist kaum mit Charakterarten zu kennzeichnen. Der Autor sagt wörtlich: „Die Ceraso-Quercetum pubescentis-Assoziation besitzt kaum echte, gute Charakterarten. Am besten wird sie noch durch *Prunus mahaleb* gekennzeichnet, welche Art innerhalb der Verbreitung der Assoziation auch mit sehr hoher Konstanz erscheint. Sobald aber die Assoziation in das Cotino-Quercetum pubescentis, die andere ungarländische Flaumeichen-Buschwaldgesellschaft, von mehr submediterranem Charakter übergeht, hört *Prunus mahaleb* auf, Charakterart zu sein. „Jakucs führt dann einige wenige Arten an, die infolge ihrer Treue als Charakterarten gelten können, aber nur sehr geringe Stetigkeit haben. Sie kommen durchwegs in Österreich nicht oder äußerst selten vor. Weitere Arten hat die Assoziation mit den benachbarten, geschlossenen Hochwäldern, Gebüschen oder Steppenwiesen gemeinsam. Von den aufgezählten Arten sind folgende im pannonischen Gebiet Österreichs weiter verbreitet: *Prunus fruticosa*, *Carex michellii*, *Iris variegata*, *Lathyrus pannonicus* subsp. *collinus* und mit Einschränkung *Phlomis tuberosa*.

Das Cotino-Quercetum pubescentis ist die Buschwaldassoziation auf Dolomit der westlich der Donau gelegenen ungarischen Mittelgebirge, „welche in ihren Ausstrahlungen nach Westen die Hügel in der Umgebung von Wien, gegen Norden die Westslowakei und gegen Süden das Mecsek-Gebirge und wahrscheinlich auch die Fruška-Gora-Berge erreicht.“ Als besonders kennzeichnende Art wird *Cotinus coggygria* angeführt, die aber im österreichischen Pannonicum nur ein beschränktes Vorkommen am Alpenostrand hat und hier nicht in der typischen Vergesellschaftung auftritt. Von den übrigen Charakterarten kommen die meisten, nämlich *Carex halleriana*, *Coronilla coronata*, *Coronilla emerus* und *Mercurialis ovata* auch in Österreich vor, allerdings häufig auch außerhalb des Buschwaldes

Sehr wesentlich scheint mir die strukturelle Charakteristik des Cotino-Quercetum: „Eine selbständige, homogene, von den geschlossenen Hochwäldern ganz unabhängige Assoziation, die aber oft auch mit Waldsaumcharakter auftreten kann. Ihre Buschwaldflecken verknüpfen sich mosaikartig mit Cotinus-Gebüschen, Felsrasen bzw. Steppenwiesen, deren Arten sehr oft von der Assoziation zu eigen gemacht, selbst in deren Inneres einzudringen. Die Gesellschaft ist von balkanisch submediterranem Charakter, was auch in der zöologischen Artenzusammensetzung sowie neben den Arealverhältnissen der Arten auch in der Erscheinung des Buschwaldes zum Ausdruck kommt, welche mit den submediterranen Karst- und Buschwäldern weitgehend übereinstimmt (Schibljak-Charakter).“

Großes Interesse hat der Saum zwischen Buschwald und Rasen gefunden. 1954 hat sich Wendelberger in seiner Arbeit „Steppen, Trockenrasen und Wälder des pannonischen Raumes“ ausführlich mit dieser Frage beschäftigt. Er zerlegte den eng verzahnten Wald-Rasenkomples, den er „Waldsteppe“ nannte, was später zu Mißverständnissen Anlaß gab, in drei Komponenten: einen Trockenrasenanteil (*Dictamn-Geranietum sanguinei*), einen Trockenbusch (*Prunus fruticosa-Prunus nana* Ass.) und einen Flaumeichen-Buschwald, der keine eigenen Charakterarten enthält und ein Pionierstadium des nachfolgenden Flaumeichen-Hochwaldes darstellt. Diese Auffassung steht im Gegensatz zu den ungarischen Forschern, besonders zu Jakucs, der den Flaumeichen-Buschwald als eigene Gesellschaft betrachtet, wie wir vorhin gehört haben, dagegen dem Saum keine phytozöologische Selbständigkeit zubilligt, weil die Saumarten auch im Innern des Waldes zu finden sind. In der Folge entwickelte sich eine lebhaft Diskussion über die Berechtigung der Aufstellung von Saum- und Gebüschgesellschaften überhaupt und über die Zweckmäßigkeit ihrer Zusammenfassung zu höheren Einheiten. Als

Befürworter der Saum-Systematik möchte ich nur noch **Tüxen** und Theo **Müller** nennen, als Gegner **Jakucs** und **Förster**, der die ungarischen Verhältnisse genau studiert hat. Diese Kontroverse hat jedenfalls den positiven Effekt eines noch genaueren Studiums der Säume gehabt. Eine Zusammenfassung über diese Problematik findet sich in dem 1972 erschienenen Buch von **Jakucs**: „Dynamische Verbindung der Wälder und Rasen“. In diesem Buch wird nicht nur die aus der Sicht des Praktikers doch mehr oder weniger akademische Frage der Vegetationssystematik diskutiert, sondern es werden auch sehr wesentliche eigene ökologische Forschungsergebnisse mitgeteilt.

Die mikroklimatischen Untersuchungen zeigten, daß sich bei einem Transekt durch offenen Rasen – Saum – Buschwald und geschlossenen Wald die größte signifikante Differenz zwischen Rasen und Saum ergibt. Das heißt, das Mikroklima der Saumvegetation steht dem des Waldes näher, als dem des Rasens. Ein Ergebnis, das eigentlich nicht überrascht, da, wie aus der Literatur bekannt, selbst Zwergstrauchbestände schon klimatisch sozusagen einen Zwergwald darstellen.

Im Gegensatz zum Mikroklima sind im Boden die Unterschiede zwischen Rasen und Saum kaum meßbar. Es konnte in den Böden eine gleichmäßige Änderung der Faktoren pH, h_y , $CaCO_3$ und Humus in der Serie Rasen – Saum – Buschwald festgestellt werden. Offenbar erfolgt im Gegensatz zum Mikroklima die Änderung der Bodenfaktoren zeitlich und räumlich langsamer.

Jakucs zieht aus diesen Ergebnissen folgenden Schluß: „Die mit dem Erscheinen des Saumes sich parallel schnell entwickelnden „Bestandes“-Mikrokimate ermöglichen ein gesteigertes Vordringen der „Wald“-Vegetation und gleichzeitig die Ausbreitung mehr produzierender Bioeinheiten. Dieser Zustand wird aber nur durch die Mikroklimafaktoren gesichert. Die qualitative Umgestaltung der Landschaft tritt zeitlich erst später ein. Deshalb begünstigen die Bodenverhältnisse bei der geringsten Auflockerung des Mikroklimaraumes in der Saumzone noch den wiederholten raschen Raumgewinn der Rasen, dies ist die wesentliche, ökologische Bedingung der räumlich und zeitlich ständigen dynamischen Fluktuation der Saumzone.“

Die Rasengesellschaften des österreichischen Pannonicums wurden erstmals von H. **Wagner** 1941 (für den Alpen-Ostrand) gefaßt. Weitere Gebietsbearbeitungen stammen von **Knapp** (1944 a, b, c). Zusammenfassende Darstellungen gaben **Wendelberger** (1954) und **Nikfeld** (1964). Es fehlt jedoch noch immer eine voll befriedigende einheitliche Bearbeitung.

Primäre Rasengesellschaften sind die lückigen, flachgründigen Felsrasen oder Felssteppen, wobei rasenartige Bestände auch noch die Felsspalten besiedeln, während ausgeprägte Felsspaltengesellschaften fehlen. Einzelne Felsspaltelemente, wie etwa *Asplenium ruta-muraria* sind in die Felsrasen integriert. Nach **Nikfeld** ersetzen über Karbonatgestein Felsfluren des Verbandes *Seslerio-Festucion pallentis* die Felspaltengesellschaften der Ordnung *Potentilletalia caulescentis*. Charakterarten sind der Bleichschwingel (*Festuca pallens*) und das Badener Rispengras (*Poa badensis*), die an den extremsten Standorten vorherrschen, z. B. in der Bleichschwingel-Felsflur der Hainburger Berge. Auf etwas feinerreicheren Standorten können sich neben den genannten Gräsern auch schon *Carex humilis*, *Sesleria varia* und *Stipa pennata* agg. behaupten. Solche Felsfluren sind besonders in den Hainburger Bergen und am Alpen-Ostrand entwickelt. Am Alpenoststrand wurde die Felsflur als *Fumano-Stipetum* erstmals von **Wagner** (1941) beschrieben. Charakteristisch sind neben der namengebenden *Fumana procumbens* die *Stipa pennata*-Kleinart *Stipa eriocalis*, *Teucrium montanum*, *Seseli osseum subsp. austriacum* und die dealpine *Globularia cordifolia*. Diese Assoziation kommt in der von **Nikfeld** beschriebenen Höhenausbildung *Laserpitietosum sileris* auf der Hohen Wand südlich von Wien bis über 1000 m vor und ist durch die dealpinen Differentialarten *Laserpitium siler*, *Calamintha alpina* und *Carduus glaucus* gekennzeichnet. In den Hainburger Bergen wird *Sesleria varia* durch die oktoploide *Sesleria sadleriana*, eine Sippe der ungarischen Mittelgebirge, ersetzt. Ein besonderer Schmuck der Hainburger Berge und der benachbarten Kleinen

Karpaten ist die weißblühende Federnelke *Dianthus lumnitzeri*, der die rosa blühende Kleinart *Dianthus neireichii* von der Mödlinger Klause am Alpen-Ostrand sehr nahe steht. Als Felsrasengesellschaft auf Gneis wurde von **Knapp** aus der Wachau das *Allio-Sempervivetum soboliferi* vachauense beschrieben, benannt nach *Allium montanum* und *Sempervivum soboliferum*. Generell sind Fels- und Trockenrasen auf Silikatgestein artenärmer als auf Karbonatgestein, wie dies ja auch bei den anderen Vegetationstypen die Regel ist. Im übrigen sind die Silikatrasen noch ungenügend pflanzensoziologisch erfaßt. Die primären pannonischen Felsrasen werden von den ungarischen Autoren als *Asplenio-Festucion pallentis* zusammengefaßt (**Soó** 1964).

Sind die Felsrasen noch zweifellos primäre Gesellschaften, so ist dies bei den \pm geschlossenen Trockenrasen nicht mehr eindeutig zu entscheiden. In ihrer heutigen Ausdehnung sind sie sicher sekundär, doch ist im Buschwald-Steppenkomplex auch eine, meist schmale, Zone mit Trockenrasen als natürlich anzunehmen (**Wendelberger** 1954). Solche spontane oder subspontane Trockenrasen wurden von **Wagner** als *Medicago-Festucetum valesiacae* vom Alpen-Ostrand zuerst beschrieben. Die entsprechende kontinentalere Gesellschaft, die in die Jurakluppen des Weinviertels und in die Hainburger Berge ausstrahlt ist die aus den Pollauer Bergen in Südmähren beschriebene *Ranunculus illyricus-Festuca valesiaca*-Assoziation. Dominant sind in den pannonischen Kurzrasen meist die einander sehr nahestehenden Schafschwingel-Kleinarten *Festuca valesiaca*, *F. rupicola* (= *sulcata*) und *F. pseudovina*, wobei *F. rupicola* die häufigste Art zu sein scheint. Eine eindeutige Ersatzgesellschaft tieferen Bodens ist das von **Wagner** beschriebene *Polygalo-Brachypodietum pinnati*, nach der Fiederzwenke und der Großblütigen Kreuzblume (*Polygala major*) benannt.

Auf Löß sind an Steilhängen die schon erwähnten Spezialitäten des Weinviertels *Kochia prostrata* und *Eurotia ceratoides* zu finden. Sie bilden Fragmente der aus Ungarn beschriebenen Assoziation *Agropyro-Kochietum prostratae*. Die namengebende Quecke ist *Agropyron pectinatum* (= *cristatum*), die in Österreich nur mehr an einer Stelle, bei Stillfried an der March, vorkommt. Die weitaus verbreitetere Lößsteppen-Vegetation, die neben primären auch sekundäre Standorte, z. B. Hohlwege, bewohnt, ist das ebenfalls zuerst aus Ungarn beschriebene *Salvio-Festucetum rupicolae*. Der namengebende Salbei ist *Salvia nemorosa*. Als Charakterarten gelten *Taraxacum serotinum* (Spätblühender Löwenzahn), *Viola ambigua* (Steppenveilchen) und *Crambe tataria* (Tatarischer Meerkohl), die in Österreich nur an einer Stelle im nördlichen Weinviertel wächst.

Auf Sandböden sind größere Rasenbestände im Marchfeld und im nördlichen Burgenland erhalten. In den Sandfluren des Marchfeldes waren bei intensivem Weidebetrieb die Sande bis ins vorige Jahrhundert in Bewegung. Heute sind die Dünen durchwegs gefestigt und drohen wegen Aufhören der Beweidung mit Gehölzen zu verwachsen. Der floristische Reichtum der Sandrasen spricht für die Kontinuität der Steppenvegetation seit dem Ende der letzten Eiszeit. Wahrscheinlich waren dabei seit der Urzeit wilde und zahme Großsäuger beteiligt. Charakteristische Arten der Marchfeld-Sande sind *Dianthus serotinus* (eine Verwandte der schon genannten pannonischen Fels-Federnelken), *Gypsophila paniculata* und *Helichrysum arenarium*. Sehr interessant ist auch das Ebenenvorkommen von *Daphne cneorum* (auch auf der Kehrweide im Nordburgenland). Zeiger offenen Sandes wie *Corynephorus canescens* und *Festuca vaginata* scheinen heute bereits vollständig verschwunden zu sein. Innerhalb des Rasens dürfte die Entwicklung vom *Festucion vaginatae* zum *Festucion rupicolae* gehen. Vom Gebiet des Neusiedler Sees wurde eine Initialgesellschaft auf offenem Sand, das *Brometum tectorum* mit *Plantago indica* und der submediterranen *Silene conica*, beschrieben (**Bojko** 1934). Auch *Equisetum ramosissimum* tritt hier oft massenhaft auf. Auf gefestigtem Sand entwickelt sich die *Festuca pseudovina-Carex stenophylla*-Assoziation. *Festuca pseudovina* ist auch meist das dominierende Gras schwach salziger Stellen, wo sie zusammen mit *Artemisia maritima* Bestände bildet (*Artemisio-Festucetum pseudovinae*). Die eigentliche Salzvegetation fällt nicht mehr in unsere Betrachtungen. Völlig ungenü-

gend sind noch die eindeutig sekundären trockenen Weidenrasen und Mähwiesen bearbeitet, die ja heute infolge des Aufhörens der bisherigen Nutzung, soweit sie überhaupt noch erhalten sind, sich mehr oder weniger rasch verändern.

Zusammenfassung

Auf felsigem Substrat bilden im pannonischen Gebiet Flaumeichen-Buschwälder, Trocken- und Felsrasen eng verzahnte Komplexe, die in den letzten Jahrzehnten lebhaftes Interesse bei den Vegetationsforschern gefunden haben. Besondere Probleme wirft der natürliche Saum zwischen Wald und Rasen auf.

Außer auf Fels gibt es noch natürliche Rasengesellschaften auf Lößsteilhängen, auf Sand- und Salzböden. Sekundäre Rasengesellschaften, die von primären oft schwer zu unterscheiden sind, waren im vorigen Jahrhundert im gesamten Pannonicum, im Burgenland bis in die Zeit nach dem 2. Weltkrieg, in größeren Flächen vorhanden. Sie sind heute, wie das gesamte übrige Grünland infolge Aufhörens des Weideganges und z. T. durch Übergang zu viehloser Wirtschaft bereits verschwunden oder im Verschwinden begriffen.

Sowohl Buschwälder wie Trockenrasen gehören zu den blumenreichsten und eigenartigsten Pflanzengesellschaften des Pannonicums. Sie beherbergen besonders viele Arten kontinentaler oder submediterraner Gesamtverbreitung.

Literatur

- Bojko, H., 1934: Die Vegetationsverhältnisse im Seewinkel. Versuch einer pflanzensoziologischen Monographie des Sand- und Salzsteppengebietes östlich vom Neusiedler See II. Beihefte Botan. Ctrbl., 51, 2. Abt., 600–747.
- Fink, J., 1964: Die Böden Niederösterreichs. — Jahrbuch für Landeskunde für Niederösterreich XXXVI (Festschrift zur Hundertjahrfeier, 1965–1968).
- Förster, M., 1967: Zum Problem der soziologisch-physiognomischen Struktur thermophiler Eichenmischwälder. Hann.-München (Umdruck).
- Jakucs, P., 1961: Die phytozöologischen Verhältnisse der Flaumeichen-Buschwälder Südostmitteleuropas. Budapest.
- 1972: Dynamische Verbindung der Wälder und Rasen. Budapest.
- Knapp, R., 1944: a: Die Trockenrasen und Felsfluren der Hainburger Berge. Halle/Saale.
- 1944 b: Über steppenartige Trockenrasen im Marchfeld und am Neusiedler See. Halle/Saale.
- 1944 c: Über die Berglauch-Felsflur (*Allio-Sempervivum*) in den Alpen-Ostrand-Gebieten. Halle/Saale.
- Müller, T., 1962: Die Saumgesellschaften der Klasse *Trifolio-Geranieta*. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem., N. F. 9, 95–140.

- Niklfeld, H., 1964: Die xerotherme Vegetation im Osten Niederösterreichs. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien 103/104, 152–181.
- Sóo, R. v., 1940: Vergangenheit und Gegenwart der pannonischen Flora und Vegetation. Nova Acta Leopoldina N. F. 9, 56.
- 1959: Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt Ungarns. Phytion 8, 114–129.
- 1964: Synopsis Systema Systematica-Geobotanica Florae Vegetationisque Hungariae I. Budapest.
- Tüxen, R., 1962: Pflanzensoziologisch-systematische Überlegungen zu Jakucs, P.: Die phytozöologischen Verhältnisse der Flaumeichen-Buschwälder Südostmitteleuropas. Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. 9, 296–300.
- Wagner, H., 1941: Die Trockenrasengesellschaften am Alpenostrand. Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl. 104.
- Wendelberger, G., 1954: Steppen, Trockenrasen und Wälder des pannonischen Raumes. Angew. Pflanzensoziologie, Festschr. für E. Aichinger I. 573–634.
- Zólyomi, B., 1963: Die Entwicklungsgeschichte der Vegetation Ungarns seit dem Interglazial. Acta Biol. Acad. Sci. Hung. 4 (3–4), 367–413.
- Zólyomi, B., 1964: Pannonische Vegetationsprobleme. Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien 103/104, 144–151.

Summary

On rocky substratum downy oak and shrub forests, and turf on dry and rocky sites form a closely linked complex in the Pannonian region. This has been a field of great interest for some decades of research workers in the field of plant sociology. The natural border between forest and turf raises special problems.

Except on rock natural turf societies also exist on steep loess slopes, on sandy and on saline soils. Secondary turf societies — it is often difficult to distinguish them from primary ones — still prevailed in large areas in the whole of Pannonia, during the last century, and in the "Burgenland" till after World War II. They, as well as all the remaining grassland, have disappeared or disappear gradually as a consequence of grazing and partly also as a result of the change to farming without livestock.

Shrub forests as well as turf on dry sites provide the most peculiar plant societies of the Pannonicum, which are also particularly rich in flowers. They contain an especially great number of species distributed all over the continent or in the submediterranean region.

Untersuchungsmethoden für die Prüfung der Winterfestigkeit von Gräsern

P. Ruckenbauer, Wien

Die Schaffung von Rasen im Sinne des Grünflächen-, Landschafts- und Sportplatzbaues setzt neben vielen zu berücksichtigenden Maßnahmen vor allem die Verwendung von geeigneten Gräsern voraus. Einer Definition zufolge, wird unter Rasen eine dichte, ausdauernde, fast mit der Vegetationsschicht verbundene Pflanzendecke verstanden, die überwiegend aus Gräsern besteht und in der Regel keiner landwirtschaftlichen Nutzung unterliegt (SKIRDE, 1974). Da nun Rasen für die verschiedensten Zwecke und bei den unterschiedlichsten Umweltsbedingungen Verwendung findet, stehen diesen Forderungen nach Dichte der Pflanzendecke, Ausdauerfähigkeit, fester Wurzel- und Ausläuferverzahnung und botanischer Dominanz mitunter beträchtliche pflanzenzüchterische Probleme gegenüber.

Aus der Vielzahl von züchterischen Arbeiten, die zur Entwicklung von Sorten für spezielle Verwendungszwecke notwendig sind, sollen hier die Prüfungsverfahren und ihre Problematik in der Züchtung von winterfesten Gräsern herausgegriffen werden.

1. Begriffsbestimmung „Winterfestigkeit“

Die Winterfestigkeit von Kulturpflanzensorten ist ein äußerstes komplexes Merkmal. Sie ist Ausdruck für die Fähigkeit einer Sorte, die vielfältigen und stark wechselnden Einflüsse winterlicher Umweltsbedingungen zu überleben. Neben der reinen

Temperaturwirkung kommen auch andere klimatische und edaphische, aber auch biotische Faktoren als Schädigungsursachen in Frage (n. HOFFMANN, MUDRA u. PLARRE, 1971). Da diese Faktoren aber in den verschiedensten Kombinationen und zu unterschiedlichen Zeiten während der Winter- und Frühjahrsmonate einwirken, werden die Gründe einer mangelnden Winterfestigkeit sehr unübersichtlich.

2. Winterschäden und ihre Ursachen

Folgende Schäden können einzeln oder kombiniert auftreten und müssen bei der Analyse des Schadens berücksichtigt werden (modifiziert n. FUCHS u. v. ROSENSTIEL, 1958):

1. Direkte Frostschäden

- Kältetod durch mangelnde Kälteresistenz, bzw. Abhärtung
- Gemeinsame Wirkung von Kälte und Austrocknung durch Winde (sog. „Frosttroknis“).
- Temperaturschwankungen während des Tages (Frühjahrsschäden).

2. Schneeschäden

Ersticken durch langandauernde Schneelagen mit Verkrustung.

3. Indirekte Frost- und Schneeschäden

- Wurzelzerstörungen und Ausheben von Pflanzen durch Bodenbewegungen bei Wechselfrösten.

- b) Bildung von Eisdecken über den Pflanzen mit starker Sonneneinstrahlung („Eisbrand“).
- c) Pilzkrankheiten unter der Schneedecke (Fusarium nivale, Typhula etc.).

3. Physiologie der Winterfestigkeit

Die Winterfestigkeit, insbesondere die Frosthärte, ist keine gegebene Eigenschaft, sie entwickelt sich auch bei den widerstandsfähigsten Arten und Sorten nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen. Auch den Gräsern und den überwinterten Getreidearten ist das Überleben bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt nur durch einen **vorhergehenden Abhärtungsprozeß** möglich, der durch Temperaturen knapp über dem Gefrierpunkt eingeleitet wird. Dieser Vorgang kann bereits im Keimpflanzenstadium vor sich gehen und man hat herausgefunden, daß bei den meisten überwinterten Gräsern 3–5 Tage Abhärtung bei +1° im Jugendstadium genügen, um eine maximale Frosthärte zu erreichen (TUMANOV, 1967). Bei diesen Prozessen, die in Stufen verlaufen, nimmt das Zellplasma einen Zustand ein, der eine Denaturierung des Eiweißes durch die hohe Konzentration der im Plasma und im Zellsaft gelösten Stoffe verhindert. Die Temperatur, bzw. die Abkühlungsgeschwindigkeit übt auf das Erfrieren der Zellen u. a. eine indirekte Wirkung aus, da praktisch nur in den Interzellularräumen Eis gebildet wird. Diese extrazelluläre Eisbildung bewirkt aber eine starke Dehydrierung der Zellen und erhöht dadurch die Konzentration der gelösten Stoffe, wie anorganischer Elektrolyte, verschiedener Aminosäuren, Salze organischer Säuren etc. (SANTARIUS u. HEBER, 1973; u. a.). Ab einer gewissen Konzentration führen diese Stoffe zu irreversiblen Schäden im Plasma und in den Organellen. Darüber hinaus spielen natürlich auch mechanische Prozesse bei dieser Entwässerung eine bedeutende Rolle und es gibt u. a. Arbeiten, die im speziellen bei Weizen diese starken Volumsveränderungen bei zu geringen Konzentrationen in der Vakuole als eine der Hauptursachen für das Absterben der Zellen bzw. Pflanze beweisen können (JOHANSSON et al, 1970). Einige Methoden der Winterhärteprüfungen sind auf der Analyse dieser Inhaltsstoffe aufgebaut worden (LEVITT 1972). In umgekehrter Richtung kann eine Reihe von Faktoren diesen Zustand der Abhärtung wieder reversibel machen und entweder stoffwechsel- oder entwicklungsbedingt eine **Enthärtung** der Pflanzen beispielsweise durch hohe Temperaturen, zunehmende Tageslänge, verstärktes Wachstum etc. herbeiführen. Während der Wintermonate unterliegen daher diese Abhärtungs- bzw. Enthärtungsprozesse oftmaligen Richtungsänderungen. Sie sind daher bei allen Frosthärteprüfungen unbedingt zu beachten, da sonst „unrichtige“ Ergebnisse eine Beurteilung dieser sehr wesentlichen Eigenschaft erschweren.

4. Züchtung auf Winterfestigkeit

Trotz umfangreicher Untersuchungen über den Vererbungsmodus der Winter- und Kältefestigkeit liegen noch keine Ergebnisse vor, die eine züchterische Grundlage für den problemlosen Aufbau einer Züchtung von sehr winterfesten Gräsern bietet. Es handelt sich ja dabei um eine Summe von Einzeleigenschaften, die sowohl von morphologischen und physiologischen Faktoren gesteuert werden. Diese Einzeleigenschaften sind im wesentlichen

- Abhärtungsvermögen
- Frostresistenz in den Wintermonaten
- Frühjahrsfestigkeit und Blachfrostresistenz
- Wuchs- und Entwicklungsverhalten im Frühjahr

Eine Sorte kann also nur dann als winterhart bezeichnet werden, wenn alle diese Eigenschaften in einem ganz bestimmten Verhältnis positiv während der Winter- und Frühjahrsmonate das Überleben der Pflanze beeinflussen.

5. Methoden der Prüfung auf Winterfestigkeit

Dem Züchter steht nun eine Reihe von Möglichkeiten offen, sein Zuchtmaterial auf die obig zitierten Merkmale zu prüfen. Es muß darauf hingewiesen werden, daß vor allem die Getreidezüchtung eine Reihe bahnbrechender Methoden ausgearbeitet hat und die Prüfungen von Gräsern auf Winterfestigkeit heute fast überall analog diesen Verfahren durchgeführt wird. Eine Übersicht über diese Methoden zeigt m. E. folgendes Bild:

- a) **Ökologische Prüfungen**
- b) **Direkte Frosthärteprüfungen**
 - 1. Ortsfeste u. andere Kälteeinrichtungen (Kältengewächshäuser, Kühlkammern etc.)
 - 2. Laborprüfungen an Keimlingen (Koleoptilentest, Kronengefrierest)
- c) **Indirekte Frosthärteprüfungen**
 - 1. Chemische Analyse der Inhaltstoffe
 - 2. Elektrische Widerstandsmessung
- d) **Kombinierte Verfahren (a + b)**
Weihenstephaner Kastenmethode

Ökologische Prüfungen (a) besitzen ohne Zweifel den größten Informationswert über das Verhalten einer Sorte. Sie haben aber den Nachteil, daß sie mehrjährig und in verschiedensten Standorten durchgeführt werden müssen und die Beurteilung, meist auf Grund von Schätzungen und Vergleichen mit Standardsorten erfolgt. Wegen dieses hohen Arbeitsaufwandes, der oft auch durch den geringen Auslesewert mancher Winterzunichte wird, versucht man in zunehmendem Maße, **direkte Prüfungen** durchzuführen (b). Die **Tiefkühlung** von im Boden stehenden Pflanzen, das Aufsetzen von **transportablen Tiefkühlkästen** über Parzellen oder die Verwendung von **Kältengewächshäusern** oder **Kühlkammern** sind heute bereits bewährte Einrichtungen für diese Prüfungen. Bei diesen Methoden werden die Pflanzen 4–10 Tage bei guter Belichtung (aber Kurztag) Temperaturen zwischen +1° bis 5° ausgesetzt. Die eigentliche Prüfung erfolgt dann durch langsames Absenken der Temperatur auf denjenigen Frostgrad, der eine gute Differenzierung des zu prüfenden Materials gewährleistet. Die Temperatur muß im allgemeinen 12–48 Stunden möglichst konstant gehalten werden, ehe sie wieder langsam bis zum Gefrierpunkt gesteigert wird. Der Prüfungserfolg wird 4–6 Tage nach dem Auftauen bonitiert, nachdem sich die Pflanzen erholt haben, bzw. wieder Wachstum einsetzt. Eine wesentliche Vereinfachung erfuhren diese Methoden durch die Entwicklung der sogenannten **Torsomethode**. Bei diesem Schnellverfahren, das im Institut für Pflanzenzüchtung der Universität Jena in den Jahren 1960–1965 entwickelt und vervollständigt wurde, werden junge Pflanzen im 3-Blattstadium in den Wintermonaten aus Feld- oder Vegetationshausbeständen genommen und 1–2 cm über und unterhalb der Krone abgeschnitten. Der so gewonnene „Torso“ oder das Rumpfstück der Pflanze, das bei möglichst tiefen Umgebungstemperaturen gewonnen werden sollte, wird dann in eine Glasröhre eingeschlossen und in einem Alkoholbad 60 Minuten lang auf –8° C gefroren. Nach einem langsamen Auftauprozess werden die Glasröhren in feuchte, 15° temperierte Wachstumskammern gebracht und nach 72 Stunden die Länge des Blattzuwachses aus dem Rumpfstück, bzw. die Überlebensrate der einzelnen Zuchtlinien festgestellt. Die so erhaltenen Werte zeigen eine relativ gute Übereinstimmung mit den Beobachtungen im Feldversuch (KRETSCHMER u. BERGER, 1966). Aus dieser Torsomethode entwickelte man in den USA den sogenannten **Kronengefrierest** (MARSHALL, 1965) der wegen seiner einfachen Handhabung bereits in vielen Zuchtstationen Verwendung findet. Nach einer Abhärtungsbehandlung werden die Pflanzen in der gleichen Weise zurechtgeschnitten wie bei der Torsomethode und dann in imprägnierten Papiersäckchen in eine Kühlkammer gebracht, wo sie bei –7° 12 Stunden eingefroren und danach 24 Stunden bei 15° aufgetaut werden. Nach dieser Behandlung pflanzt man die Zuchtlinien oder Sorten in ein gut angefeuchtetes Sandbeet und prüft nach 4–5 Tagen die Überlebensrate an Hand der wiederaustreibenden Pflanzen. Kombiniert man diese Methode mit Feldbeobachtungen (a) so kann man über die Komponenten der Winterfestigkeit von Sorten und Zuchtmaterial einen guten Überblick erhalten. In einer neuen Arbeit aus England (THOMSON, 1974), hat man, wohl unter landwirtschaftlichen Aspekten, ein breites Sortiment von Lolium perenne in dieser Weise untersucht und folgende Ergebnisse erhalten (Tab. 1):

In dieser Untersuchung wurden signifikante Differenzen zwischen den Raygrassorten in bezug auf Winterwüchsigkeit, Frosttrockschäden, Kälteresistenz und Frühjahrsproduktion gefunden. Ganz allgemein zeigten Sorten, die in Ländern mit strengen Wintern gezüchtet werden, wie beispielsweise Norwegen oder Schweden, geringe Winterwüchsigkeit, starke Schäden durch Frosttrockschäden aber hohe Kälteresistenz. Sorten

Tab. 1: Winterfestigkeit und ihre Komponenten, untersucht in einem internationalen Raygrassortiment (L. perenne L.); die niedrigen Werte weisen auf geringe Winterwüchsigkeit, geringe Frostrocknisschäden und hohe Kälteresistenz hin (Skala von 1 - 10) (n.Thomson Cambridge 1974)

Sorte	Ursprungsland	Winterwüchsigkeit	Frostrocknis	Kälteresistenz	Frühjahrs-ertrag (g/P)
S 24	Großbritannien	6,5	4,3	4.80	2308
Boselli	Italien	7,3	3,5	4.70	4100
Pamir	Italien	7,7	2,8	4.35	3875
Argo	Polen	7,0	5,7	4.35	1575
Naki	Polen	5,7	5,0	5,30	2408
Gazon	Polen	4,5	7,5	4,20	808
Vrm O 1412	Schweden	4,8	6,3	3,85	1100
Viva	Schweden	5,3	6,0	4,80	1317
Odstein	BRD	5,3	6,0	4,30	1075
NFG	BRD	5,5	5,8	4,00	1542
Primevere	Frankreich	6,0	4,0	6,35	3517
Real	Frankreich	6,0	5,7	3,65	1400
Marathon	Niederlande	5,7	4,8	5,50	1333
Barstella	Niederlande	5,5	5,8	4,50	1483
Belida	Dänemark	6,0	4,8	4,70	2433
Mito	Dänemark	5,7	5,7	5,15	1333
Tasmanian I	Australien	6,3	4,8	4,50	2492
Medea	Australien	7,7	2,8	7,65	2617
Oriel	Rep. Irland	6,0	5,0	4,30	2533
Stormont Z.	Nordirland	7,0	4,7	5,50	2708
Kleppe	Norwegen	3,5	7,5	5,65	125
Melino	Belgien	6,0	4,7	4,85	2533
Grasslands R.	Neuseeland	6,7	3,5	6,70	2183
Manhattan	USA	5,3	7,0	2,50	792
Mittelwert		6,0	5,2	4,80	1982,9
Standardabweichung		± 0.54	± 0.54	± 0.74	± 457.8

aus dem Mittelmeerraum zeigten hingegen gute Winterwüchsigkeit mit geringen Frostrocknisschäden aber nur mäßige Kälteresistenz. Die Ergebnisse der Kälteprüfungen mittels Kronengefrieretest waren mit den Resultaten aus den Freilandbeobachtungen gut korreliert und beweisen durchaus die Brauchbarkeit dieser Methode.

In etwas modifizierter Form wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für Botanik der Hochschule für Bodenkultur in Wien dieser Kronengefrieretest bei der Prüfung von Zuchtlinien eines Bastardraygrassstammes angewandt. Hier wurden zu verschiedenen Entwicklungsabschnitten Gräser aus dem Feld entnommen und die Pflanzenkronen in Eprovetten in eine steuerbare Kühleinrichtung gebracht. (ROTTENBURG, 1972). Die dabei erzielten Ergebnisse ermöglichten eine brauchbare Selektion einzelner Linien, die sich sowohl durch Spätfrostresistenz, als auch durch hohe Winterfestigkeit auszeichneten (Tab. 2).

Die in den letzten Jahren entwickelten **indirekten Methoden** (c), wie beispielsweise die Bestimmung von Zucker in Pflanzenpreßsäften oder die Analyse von Sulfhydryl haben großen Wert für wissenschaftliche Untersuchungen, konnten aber mit Ausnahme der **elektrischen Widerstandsmessung** für die Selektionsarbeit noch keine Verwendung finden. Diese letztgenannte Methode bietet vor allem im Hinblick auf den Arbeitsaufwand nicht zu unterschätzende Vorteile und stellt eine weitere Vereinfachung der bisher vorliegenden Methoden dar. Dabei wird an aufgebauten Rumpfstücken, ähnlich wie bei der Torsomethode, die Leitfähigkeit zwischen dem oberen und unteren Ende gemessen (SCHWARZBACH, 1972). Winter-

Tab. 2: Winterfestigkeitsprüfung von Zuchtlinien einer Bastardraygrassorte (Lolium hybridum, L 100); modifizierter Kronengefrieretest. Anzahl der wiederaustreibenden Pflanzenkronen nach verschiedenen Gefrierbehandlungen in % (Rückenbauer, unveröffentlicht)

Gefriertemperaturen	Spätrostresistenz		Winterfestigkeit			
	April 1973		Jänner 1974		- 10° C	
	Linie	%	Linie	%	Linie	%
	7	90.0	6	71.2	19	74.0
	11	83.3	14	70.0	6	57.5
	14	81.6	8	62.5	16	56.2
	6	80.0	16	48.7	12	53.7
	1	78.3	4	47.5	14	48.7
	10	76.6	20	47.5	10	45.0
	13	75.0	10	47.3	5	42.5
	16	68.3	1	43.7	18	42.2
	18	65.0	9	43.5	9	42.0
	4	56.6	12	43.0	15	41.2
	12	56.5	13	40.0	2	36.2
	9	56.1	18	35.0	20	35.0
	8	55.0	19	33.7	8	35.0
	2	50.0	17	32.5	4	30.1
	3	43.3	3	32.4	11	28.7
	15	43.3	5	32.0	7	27.5
	19	36.9	7	31.6	1	25.4
	20	13.7	11	31.1	13	20.0
	17	13.4	2	25.0	17	18.7
	5	13.0	15	18.7	3	15.0
Versuchsmittel		56.8		42.0		38.7
Grenzdifferenz 5 %		9.1		4.9		6.4

harte Typen sind durch einen hohen Widerstandswert charakterisiert, während Individuen, bei denen die vorhergegangene Gefrierbehandlung zur Zerstörung des Gewebes geführt hat, durch geringe Widerstandswerte leicht eliminiert werden können.

Darüber hinaus gibt es noch eine Reihe von **kombinierten Verfahren** (d) wie beispielsweise die **Weihenstephaner Kastenmethode**, bei der u. a. auch Gräser während des Winters in flachen Holzkisten gezogen und von allen Seiten, also auch unter den Wurzeln, den Wintertemperaturen ausgesetzt werden. Aus der Anzahl der überlebenden Pflanzen wird dann auf die Kälteresistenz und Winterfestigkeit geschlossen; ein einfaches Verfahren, das vor allem in den Getreidezuchtstationen starke Verbreitung gefunden hat.

Literatur

- SKIRDE, W. 1974: Rasen im Grünflächen- und Landschaftsbau. Rasen, Turf, Gazon, 2, 30-34.
- HOFFMANN, W., MUDRA, A., PLARRE, W., 1971: Lehrbuch der Züchtung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen, Band 1, 171. Parey Verlag Berlin und Hamburg.
- FUCHS, W. H. und K. v. ROSENSTIEL, 1958: zit. n. HOFFMANN.
- TUMANOV, J. J., 1967: On the physiological mechanism of frost resistance in plants. Fiziol. Rastenij 14, 520-539, russ. (engl. Zuss.)
- SANTARIUS, K. und U. HEBER, 1973: Physiological and biochemical aspects of frost damage and winter hardiness in higher plants. Proc. of the Coll. on the Winterhardiness of Cereals, Martonvasar, Hungary (Ed. by S. Rajki), 7-30. Hungarian Academy of Science, Martonvasar.
- JOHANSSON, N. O. and KRULL, E., 1970: Ice formation, cell contraction and frost killing of wheat plants. Nat. Swed. Inst. Plant Protect. Contribution 14, (131), 343-362.
- LEVITT, J., 1972: Responses of Plants to Environmental Stresses. Academic Press, New York and London.
- KRETSCHMER, G. u. BEGNER, G., 1966: Zur Torsomethode. Die Nachwuchslängen als Indikator für Frostschäden und Frostresistenz. Züchter, 36, 328-340.
- MARSHALL, H. G., 1965: A technique of freezing plant crowns to determine the cold resistance of winter oats. Crop Science, 5, 83-86.
- THOMSON, A. J., 1974: The examination of some winter hardiness components in grasses using canonical variate analysis. J. agric. Sci. Camb., 83 (in press).
- ROTTENBURG, W., 1972: Gefriervorgänge in lebendem Pflanzengewebe: der Beginn des intrazellulären Gefrierens. Plant & Cell Physiol. 13, 563-573.
- SCHWARZBACH, E., 1972: Frosthärtebestimmungen in Kreuzungen zwischen Sommer- und Wintergersten durch Messung des elektrischen Widerstandes gefroreter Keimpflanzen. Ber. Arbeitsgem. österr. Pflanzenzüchter, Bundesanstalt für alpenländ. Landwirtschaft Gumpenstein, 54-81.

6. Zusammenfassung

Nach einem allgemeinen Überblick über die Art der Schäden durch winterliche Umweltsbedingungen und über die physiologischen Prozesse in den Pflanzen bei der Einwirkung tiefer Temperaturen, werden die verschiedensten Methoden der Winterfestigkeitsprüfung vorgestellt. An Hand von Prüfungsergebnissen aus einem internationalen Sortiment von Lolium perenne und einer Untersuchung von Zuchtlinien eines Stammes von Lolium hybridum wird die Durchführung direkter Frosthärteprüfungen erläutert und diskutiert.

Summary

There are, after a general view of the kind of damages by conditions of environment in the winter and about the physiological processes in the plants by influence of deep temperatures, the most different methods of tests for the cold resistance introduced. On the basis of test results from an international collection of lolium perenne and an investigation of lines of cultivation of one breeding of lolium hybridum, is the execution of direct tests of cold resistance explained and discussed.

Erhebungen über den Nährstoffentzug verschiedener Rasen- gräser und Rasengrasmischungen im Verlaufe der Vegetations- periode

E. W. Schweizer, Thun/Schweiz

Die Frage nach der optimalen Düngung von Rasenflächen ist seit Jahrzehnten aktuell und es ist immer wieder versucht worden, diese experimentell zu ermitteln. Aus dem Blickwinkel der Praxis ist es dabei weniger wichtig, wissenschaftlich exakte Größen unter standardisierten Bedingungen ein für alle Mal festzulegen, als vielmehr Richtwerte zu finden, die auch in Anbetracht der sehr variablen Einflüsse von Bodenart, Temperatur und Niederschlagsmenge eine gewisse Gültigkeit haben und grobe Fehler vermeiden helfen. Es ist seit langem bekannt, daß übermäßige Phosphorversorgung des Bodens zu der meist unerwünschten massenweisen Entwicklung von *Poa annua* führt, während eine Kali-Überdüngung der Entwicklung des Klees und anderer Unkräuter im Rasen förderlich ist. Im Hinblick auf die in letzter Zeit stark gestiegenen Düngerpreise erhält das Problem erneute Aktualität und es soll daher versucht werden, die 1972 in einem praxisnahen Versuch erhaltenen Zahlen in ihrer Bedeutung zu erfassen und daraus einige Schlüsse zu ziehen. Der Versuch wurde in Zusammenarbeit mit der Lonza AG Basel und der Eidg. Forschungsanstalt Liebefeld Bern auf dem Versuchsgelände der Eric Schweizer Samen AG in Thun durchgeführt.

Versuchsbedingungen:

Bodenart: humusarmer, kalkhaltiger Lehm

Nährstoffversorgung des Bodens:

pH-Wert: 6,6 = schwach sauer

P: 12,0 = genügend versorgt

K: 1,1 = mäßig bis deutlich bedürftig

Ca: 2,0 = nicht bedürftig

Düngung während der Versuchsperiode:

1. 4. 1972 60 kg N/ha (Harnstoff 46 % N)

4. 5. 1972 60 kg N/ha

1. 9. 1972 40 kg N/ha

160 kg N/ha

Schnitt:

wöchentlich, Wägung und Nährstoffanalyse der folgenden Schnitte:

1. Schnitt 25. 4. 1972

2. Schnitt 15. 5. 1972

3. Schnitt 26. 6. 1972

4. Schnitt 22. 8. 1972

5. Schnitt 4. 9. 1972

Pauschal-Zusammensetzung der geprüften Mischungen:

	Lolium spp.	Agrostis spp.	Poa spp.	Festuca spp.	Cyn. spp.	Phleum spp.
Esco Royal (Intensivrasen)		12	48	40		
Uni-Lawn (Gebrauchsrasen)	20	10	23	47		
Royal Extenso (Extensivrasen)			20	80		
Royal Rugby (Sportrasen)	15		35	30	10	10

Wahl der Einzelgräser: Bei jeder Art wurde die zum damaligen Zeitpunkt repräsentativste Sorte gewählt.

Grünmassenerträge: (kg/100m²)

	Schnitte					Total
	1	2	3	4	5	
Lol. perenne PELO	18	24	13	5	4	64
Cyn. cristat. NZ	13	22	9	6	5	55
Phleum prat. KING	22	23	20	5	4	74
Poa pratensis MERION	19	16	9	5	5	54
Festuca rubra HIGHLIGHT	16	14	10	4	4	48
Fest. duriusc. BILLJART	20	16	11	4	4	55
Agrostis ten. ASTORIA	15	16	14	5	4	54
Agrostis stol. PENNCROSS	17	23	13	4	2,5	59,5
Esco Royal	18	16	14	5	4	57
Uni Lawn	12	12	13	4	5	46
Royal Extenso	20	14	12	4	4	54
Royal Rugby	17	21	10	5	5	58

Bei den Mischungen ergeben sich erwartungsgemäß nur geringe Unterschiede im Schnittgutanteil, wobei allerdings bemerkenswert ist, daß die beiden Mischungen mit *Lolium perenne* ein relativ geringes Quantum im 1. Schnitt liefern, was sich aus der Verwendung einer sehr spätreifen Sorte wie

PELO erklärt. Andererseits weisen die Einzelgräser mit landw. Charakter, wie *Lol. perenne* und *Phleum prat.* die höchsten Grünmassen-Erträge bei der Einzelprüfung auf.

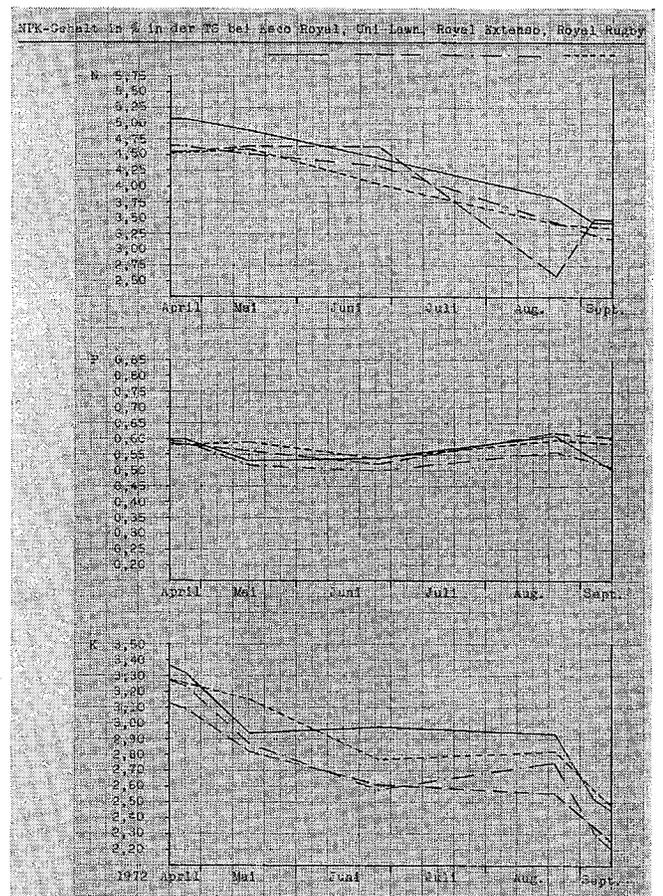
Übersicht über die Gehalte an Hauptnährstoffen in der Trockensubstanz (%):

	N			P			K			N			P			K		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Esco Royal	5,07	0,60	3,31	4,88	0,53	2,94	4,45	0,54	2,98	3,82	0,61	2,93	3,43	0,54	2,53	3,48	0,61	2,35
Uni Lawn	4,55	0,58	3,09	4,64	0,56	2,82	4,84	0,52	2,61	2,58	0,62	2,56	3,24	0,53	2,33	3,48	0,61	2,35
Royal Extenso	4,65	0,59	3,24	4,52	0,52	2,87	4,33	0,50	2,58	3,44	0,56	2,75	3,24	0,53	2,23	3,48	0,61	2,35
Royal Rugby	4,55	0,58	3,25	4,60	0,59	3,15	4,03	0,54	2,77	3,41	0,60	2,82	3,38	0,59	2,59	3,48	0,61	2,35
Lol. perenne	4,57	0,58	3,36	4,77	0,56	3,07	4,54	0,58	3,14	3,74	0,65	2,96	3,62	0,71	2,81	3,62	0,71	2,81
Cyn. cristat.	4,89	0,31	3,38	4,57	0,57	2,91	4,72	0,48	2,78	3,67	0,53	2,82	3,56	0,53	2,47	3,56	0,53	2,47
Phleum prat.	5,03	0,61	3,54	4,70	0,54	3,33	4,95	0,53	3,32	3,74	0,60	2,97	3,71	0,59	2,62	3,71	0,59	2,62
Poa pratensis	5,24	0,29	3,41	4,79	0,56	2,75	4,29	0,48	2,41	3,43	0,56	2,62	3,28	0,50	2,34	3,28	0,50	2,34
Festuca rubra	4,17	0,50	2,81	4,13	0,52	2,03	4,61	0,49	2,44	3,50	0,57	2,67	3,41	0,57	2,40	3,41	0,57	2,40
Fest. duriusc.	4,27	0,55	3,03	4,23	0,50	2,78	3,83	0,49	2,42	3,06	0,49	2,39	3,12	0,53	2,23	3,12	0,53	2,23
Agrostis ten.	5,36	0,59	3,54	5,39	0,50	3,12	4,91	0,50	3,17	2,94	0,60	2,98	3,80	0,58	2,68	3,80	0,58	2,68
Agrostis stol.	5,56	0,64	3,47	5,78	0,58	3,09	5,18	0,55	3,10	3,78	0,53	2,87	3,53	0,48	2,41	3,53	0,48	2,41

Es ist zu berücksichtigen, daß die Elemente P und K in dieser Tabelle in reiner Form aufgeführt sind. Für die Umrechnung in P₂O₅ bzw. K₂O ist mit den Faktoren 2,294 bzw. 1,205 zu multiplizieren, was von größerer praktischer Bedeutung ist, da bei den meisten Handelsdüngern der Gehalt in Form der Oxyde ausgedrückt ist. Eine etwas bessere Übersicht bieten die nachfolgenden grafischen Darstellungen:

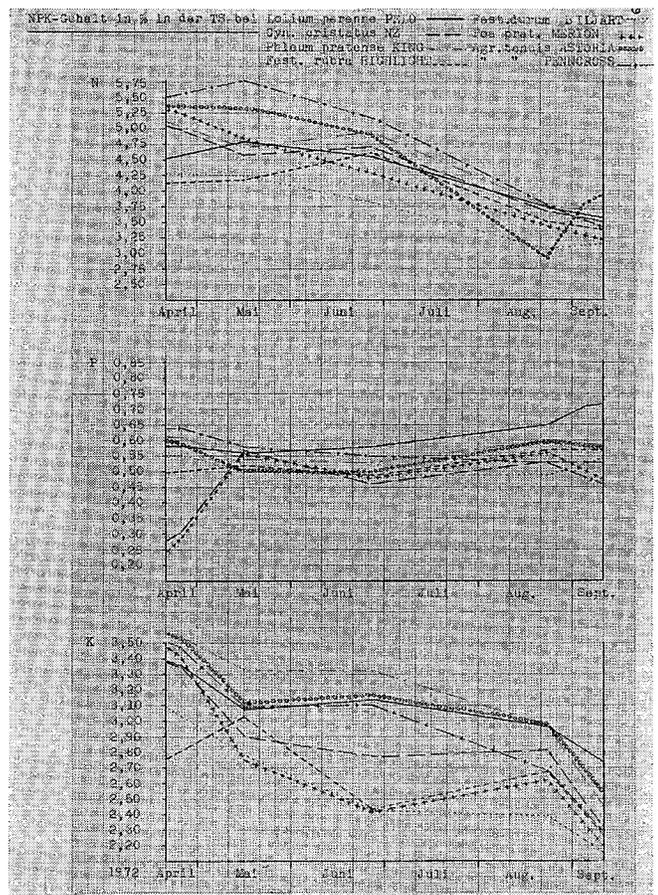
Gesamtentzüge an Hauptnährstoffen

Gras bzw. Mischung	Total Grünmasse in 5 Schnitten kg/100 m ²	Ø Gehalt in %		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Pelo	64	4,24	1,41	3,70
Credo	55	4,30	1,10	3,46
King	74	4,43	1,31	3,81
Merion	54	4,20	1,10	3,25
Highlight	48	3,96	1,22	3,22
Biljart	55	3,70	1,17	3,10
Astoria	54	4,48	1,26	3,74
Penncross	59,5	4,76	1,28	3,54
Esco Royal	57	4,33	1,28	3,54
Uni-Lawn	46	3,97	1,33	3,24
Royal Extenso	54	4,04	1,24	3,31
Royal Rugby	58	3,99	1,33	3,52

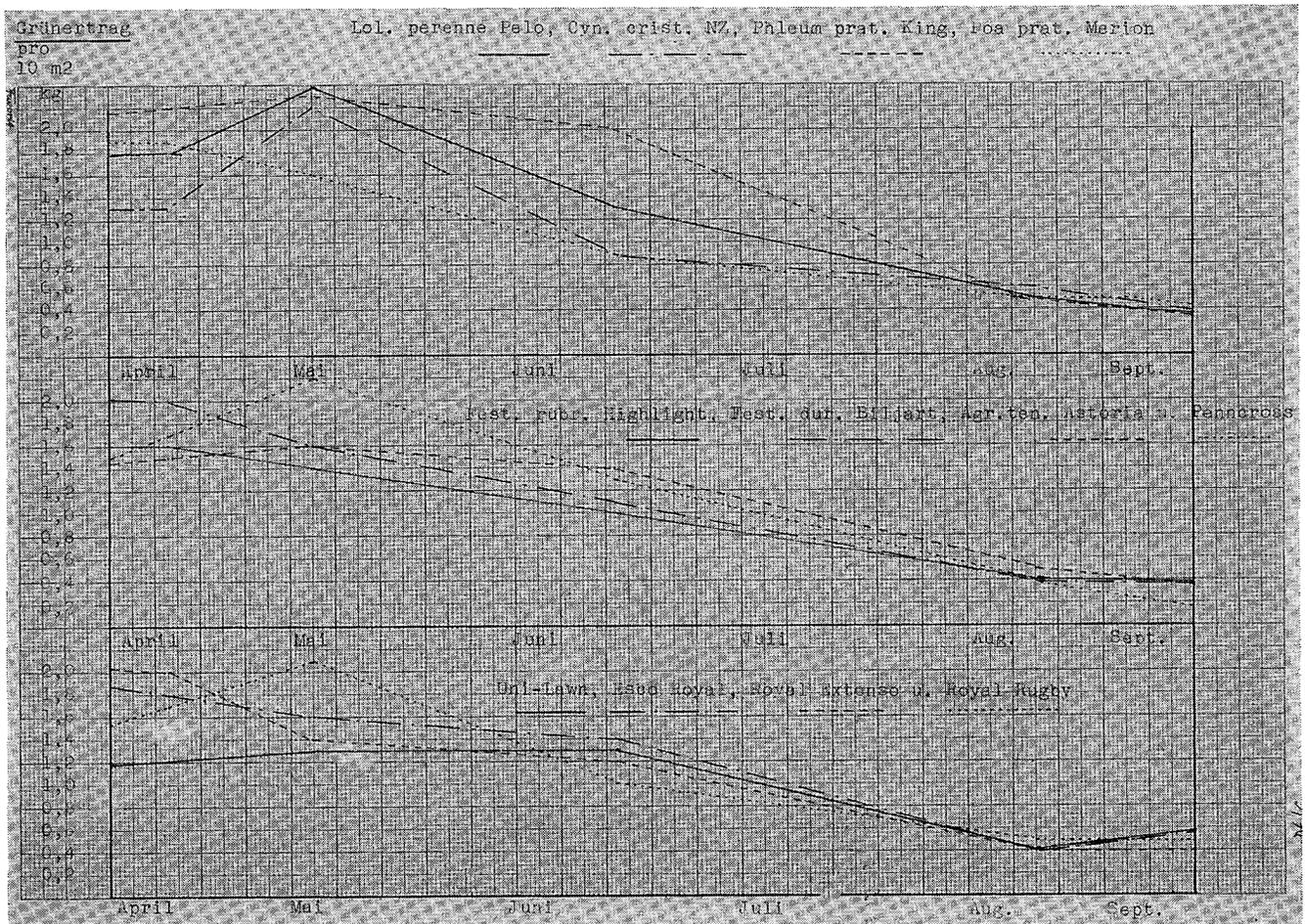


Schlussfolgerungen:

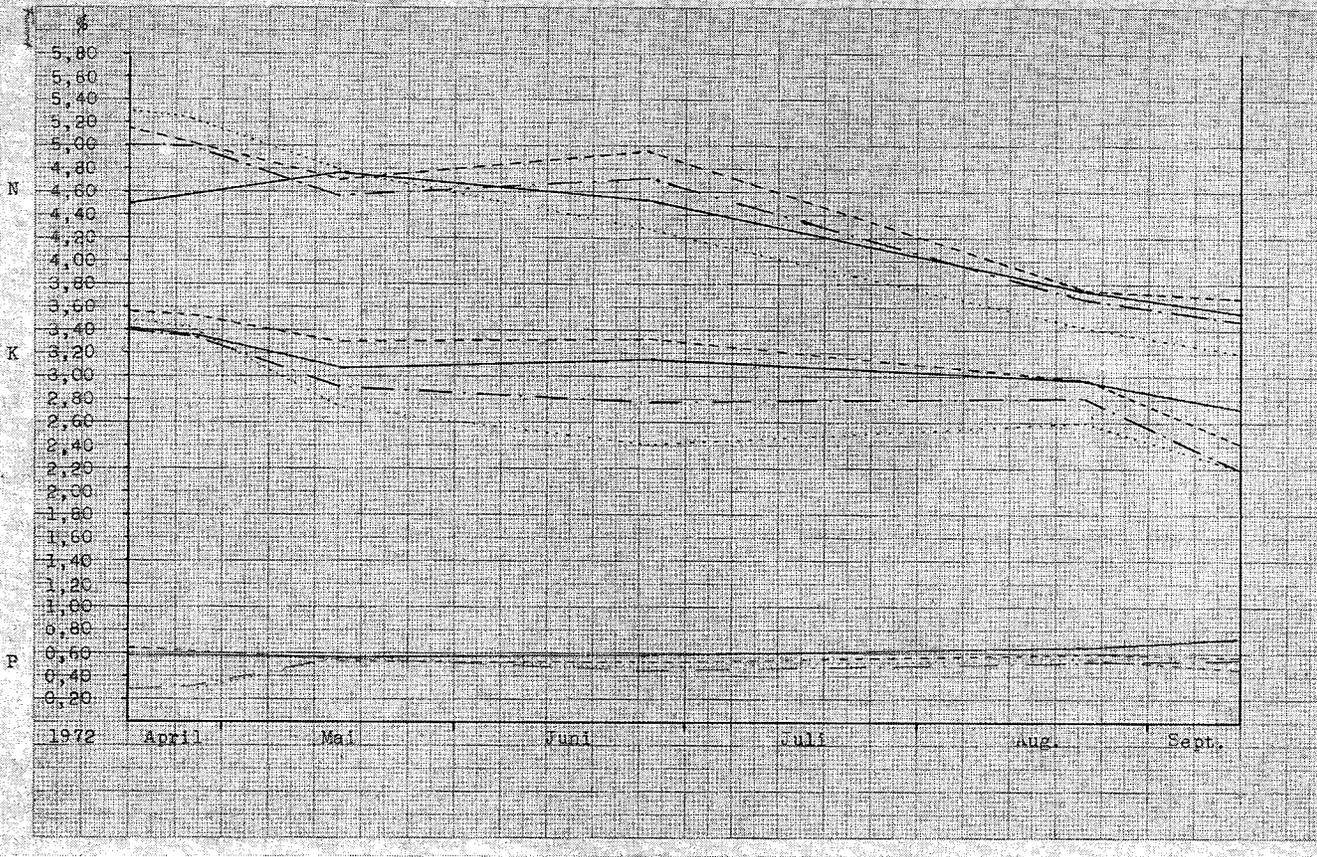
- Der Versuch wurde absichtlich unter eher prekären Dünungsverhältnissen durchgeführt, um jeden „Luxuskonsum“ nach Möglichkeit zu verhindern. Der tonige Boden war dafür besonders geeignet, ließen sich doch darin offensichtlich höhere N-Mengen durch die Pflanzen mobilisieren, was die nachfolgende Überschlagsrechnung zeigt:
Lolium perenne PELO produzierte in 5 Schnitten 6400 kg/ha Grünmasse, oder ca. 38400 kg/ha Grünmasse in 30 Schnitten (= 1 Jahr). Nimmt man als durchschnittlichen TS-Gehalt 15% an, so ergibt sich ein Entzug von 5760 kg/ha TS zu 4,24% N-Gehalt = **244 kg N/ha**. Nachdem lediglich 160 kg N/ha gedüngt worden sind, konnte die Pflanze also ca. 80 kg/ha N aus Vorräten im Boden mobilisieren. **Festuca ovina duriuscula BILJART** als anderes Extrem weist bei gleicher Berechnungsweise einen Entzug von 183 kg/ha N auf.
 Diese Zahlen liegen im Rahmen dessen, was auch in anderen Entzugsversuchen festgestellt wurde.
- Bei N wie bei K stellt man ein deutliches Gefälle des Entzuges vom Frühling bis im Herbst fest, wobei die Kurven ziemlich parallel verlaufen. Demgegenüber ist der Phosphorentzug nahezu konstant (ca. 80 kg/ha P₂O₅) sowohl in jahreszeitlicher wie in artenmäßiger Hinsicht.
- Bei den Grasarten bestätigt sich der Unterschied zwischen „Intensivgräsern“ wie *Agrostis*, *Lolium*, *Poa* und *Phleum* einerseits und den „Extensivgräsern“ wie *Festuca* spp. andererseits. Die Mischungen widerspiegeln recht deutlich die Eigenheiten der darin vorherrschenden Arten.
- Nachdem schon auf das ungefähr parallele N/K-Verhältnis hingewiesen wurde, dürfte sich für die Rasendünger die Relation NPK 3:1:2 oder 4:1:3 als optimal erweisen, wobei ohne Berücksichtigung der Bodenreserven mit Mengen von 150–180 kg/ha N für Extensivrasen und 200–250 kg/ha N für Intensivrasen zu rechnen ist. Die entsprechenden P- und K-Mengen ergeben sich aus der je nach Bodenart gewählten Relation.



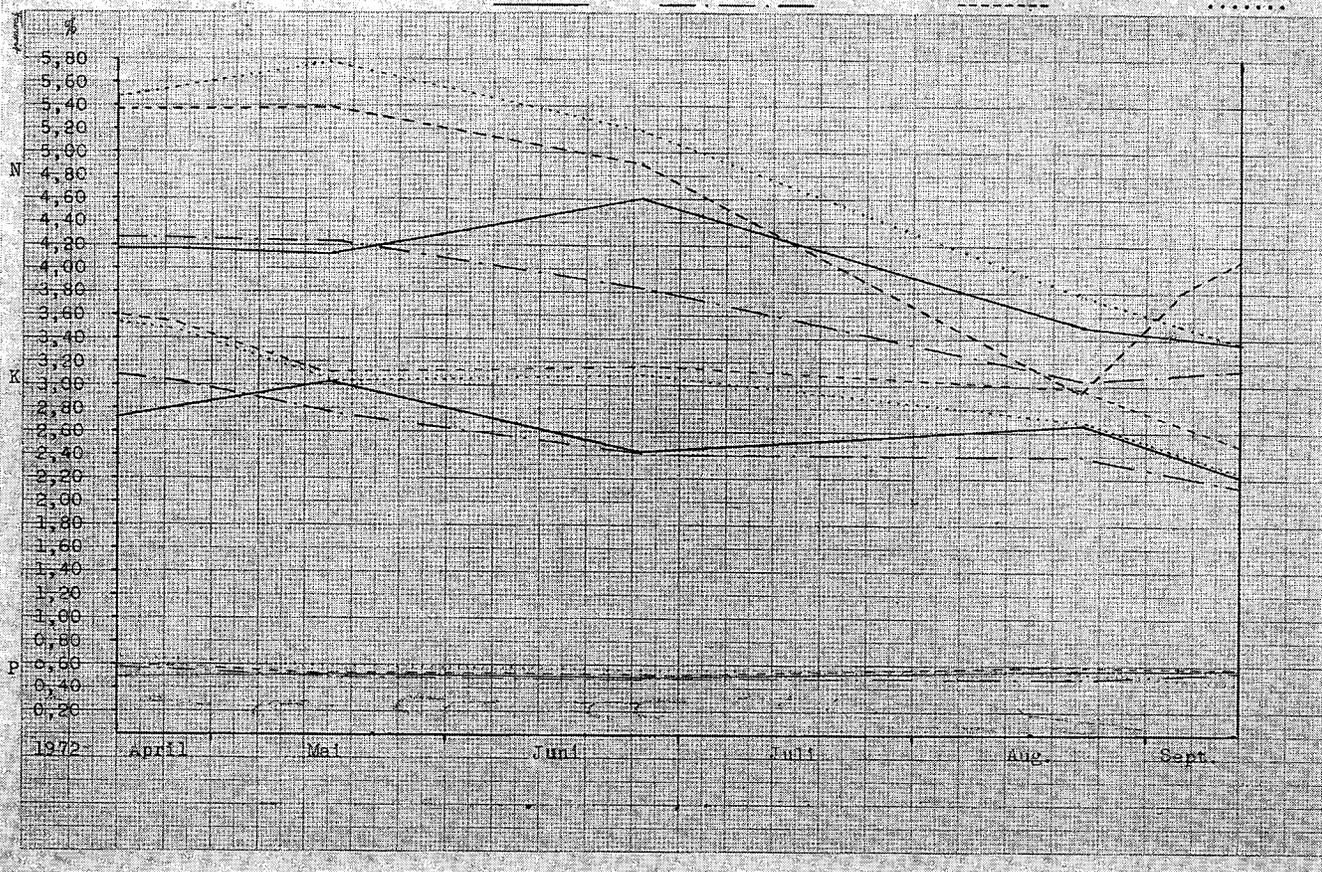
Summary page 68



NPK-Gehalt in der TS bei *Lolium perenne* PELO, *Cyn. cristatus* NZ, *Phleum pratense* KING u. *Poa prat.* MERION



NPK-Gehalt in der TS bei *Festuca rubra* HIGHLIGHT, *Festuca durum* BILJART, *Agrostis tenuis* ASTORIA u. *PENNCROSS*



Nährstoffgehalt und Nährstoffentzug von Rasen bei verschieden hoher Düngung und verschiedenem Bodenaufbau

W. Skirde, Gießen

1. Einleitung

Das Düngebedürfnis von Rasenflächen hängt vom Rasentyp ab, der die Funktion des Rasens, seine botanische Zusammensetzung und gegebenenfalls auch bestimmte Maßnahmen der Bodenmodifikation bzw. des Bodenaufbaues einschließt. Boden und Bodenmodifikation bestimmen gleichzeitig die Nährstoffnachlieferung, wobei Schnittgutentfernung oder Schnittgutverbleib ebenfalls eine große Rolle spielen. Frühere Gießener Untersuchungen (SKIRDE u. KERN, 1971) ergaben im Mittel von 10 Ansaatmischungen bei N-Stufen von 0 bis 30 g/m²

- einen jährlichen Schnittgutverlust zwischen 20 (N = 0) und 60 kg TM/100 m² (N = 30 g/m²),
- die entsprechenden Gehaltswerte lagen im Bereich von 2,4 und 4,7 % bei N von 0,8 und 1,4 % bei P₂O₅ und von 1,9 und 4,1 % bei K₂O,
- das durchschnittliche Nährstoffverhältnis betrug 1 : 0,3 – 0,4 : 0,8 – 1,0, es sank mit steigender N-Gabe ab,
- der Gesamtnährstoffentzug wies auf eine nennenswerte Kalinachlieferung des Bodens, zumindest bei den höheren N-Stufen hin.

Diese Ergebnisse erschienen, vor allem hinsichtlich des relativ hohen Kalientzugs, einer Nachprüfung wert, und zwar sowohl bei weiterer N-Steigerung als auch bei verschiedenem Bodenaufbau. Hierüber wird im folgenden berichtet, wobei sich die Vielzahl der Ergebnisse nur zusammenfassend darstellen läßt.

2. Ergebnisse

2.1. Nährstoffgehalt und Nährstoffentzug bei verschieden hoher Düngung

In Fortsetzung der einleitend beschriebenen Untersuchungen wurde im Frühjahr 1970 eine Versuchsserie mit drei Rasenmischungen angelegt, die mit einer N-Steigerung von 0 – 5 – 10 – 20 – 30 – 40 – 60 g/m² N pro Jahr als Rasenvolldünger 20 : 5 : 5 gedüngt wurde. Bei den Rasenansaatarten handelt es sich um **Zierrasen** – mit Ansaatanteilen von

20 % *Agrostis tenuis* – Holfior
40 % *Festuca rubra* – Highland/Topie
40 % *Festuca rubra* – Golfrood;

um **Gebrauchsrasen** – mit Ansaatanteilen von

55 % *Poa pratensis* – Merion
10 % *Festuca rubra* – Highland/Topie
15 % *Festuca rubra* – Golfrood
15 % *Festuca ovina* – Biljart
5 % *Agrostis tenuis* – Holfior;

Erhebungen über den Nährstoffentzug verschiedener Rasen-gräser und Rasengrasmischungen im Verlaufe der Vegetationsperiode.

Summary

The question of the actual needs of the main fertilizing elements N, P and K of the amenity grasses has been a major point of interest for a long time. The trial described has been carried out on a relatively heavy clay soil, sufficiently provided with P and K, however with an application of merely 160 kg actual N per ha.

This rather scarce fertilization was meant to avoid any unnecessary consumption by the plants. The result has essentially confirmed those of former trials. The consumption of phosphorus has been almost on the same level throughout the growing season and there is hardly any difference between the species. On the other hand the uptake of nitrogen and potash is shown to be related and with decreasing amounts from spring to fall. There are marked differences in the uptake between the different grasses, *agrostis*, *phleum*, *lolium* and *poa* taking higher amounts than *festuca*.

um **Sportfeldrasen** – mit Ansaatanteilen von

65 % *Poa pratensis* – Merion
10 % *Cynosurus cristatus* – Credo
10 % *Phleum pratense* – King
15 % *Festuca rubra* – Oase.

Diese Ansaaten entwickelten bei zunehmender N-Gabe bei Zierrasen eine leichte *Agrostis*-Dominanz, bei Gebrauchs- und Sportfeldrasen fast Reinbestände von *Poa pratensis*. *Cynosurus cristatus* ist noch stark bei geringer N-Düngung, *Phleum pratense* etwas mehr bei mittlerer N-Gabe vorhanden. Der Schnitt, bei 3 cm Schnitthöhe, richtete sich nach der Aufwuchshöhe von 6 bis 8 cm mit Entfernung des Schnittgutes vorgenommen, so daß sich für die einzelnen N-Stufen verschiedene Schnittzahlen ergaben.

Eine Berechnung des Versuches fand auch in langandauernden Trockenperioden nicht statt. Dadurch sind die z. T. geringen Schnittgutgewichte, besonders in dem erheblich trockeneren und wärmeren Untersuchungs-jahr 1971, zu erklären:

(Mai–September 1971 = 251 mm Niederschläge bei 16,0° C Mitteltemperatur; Mai–September 1972 = 383 mm Niederschlag bei 14,7° C Mitteltemperatur; langjährig: 287 mm bei 15,7° C). Es wurde im Versuchszeitraum auch keine Trittbelastung simuliert.

Der Auswertung liegen die Versuchsjahre 1971 und 1972 zugrunde. Bei allen Angaben handelt es sich dabei um untersuchte Durchschnittsproben der drei Ansaaten; getrennte Schnittgutermittlungen und -analysen für Zier-, Gebrauchs- und Sportfeldrasen fanden also nicht statt. Die verschiedenen Rasenansaatarten waren vielmehr zur gleichzeitigen Ermittlung botanischer Narbenveränderungen sowie zur Untersuchung der Wurzelmassebildung vorgesehen.

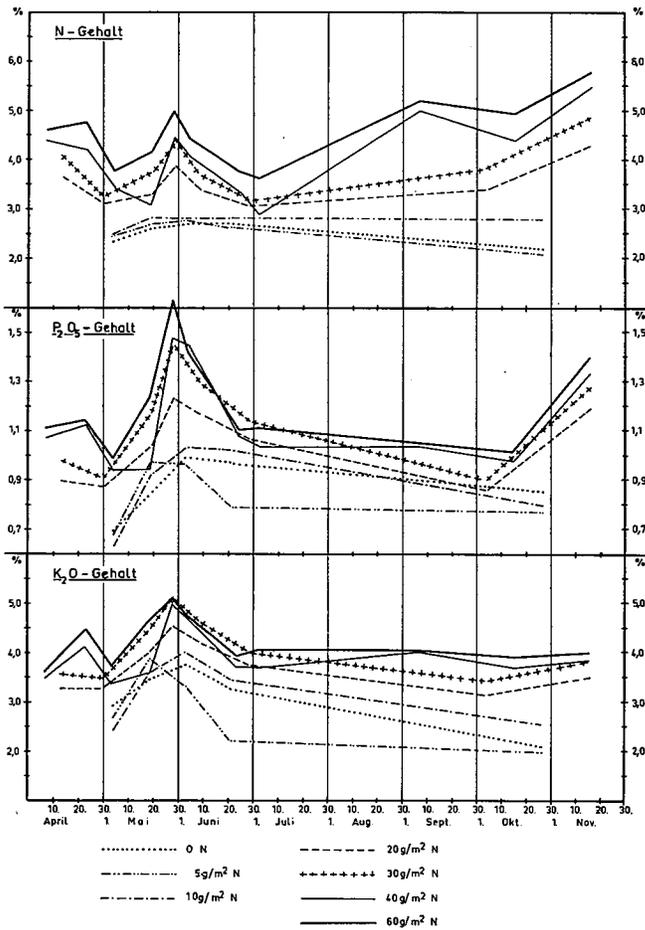
Die Ergebnisse dieser neuen Untersuchungen ergaben zunächst das für Nährstoff-Steigerung übliche Bild, indem der Gehalt aller drei analysierten Inhaltsstoffe grundsätzlich mit erhöhter Nährstoffzufuhr anstieg. Eine Ausnahme macht im Jahre 1971 lediglich die Düngungsstufe mit 5 g N, die hier die geringsten Inhaltswerte an NPK bewirkt hat (Darst. 1 u. 2). Im übrigen fügen sich die neuen Ergebnisse, unter Berücksichtigung der größeren N-Steigerung sowie von typischen saisonalen Abweichungen mit höheren Nährstoffgehalten im Frühjahr und Herbst abgesehen, gut in den Rahmen der früheren Ergebnisse ein. Sie stehen ferner in prinzipieller Übereinstimmung mit den erst vor kurzem publizierten Befunden von MÜHLSCHLEGEL und MEHNERT (1974), wenn die eigenen Befunde auch für Phosphorsäure unter und für Kali etwas über den Angaben dieser Autoren liegen. Sofern man allerdings die Jahresmittelwerte der Analysen betrachtet, erscheint beachtenswert, daß der Gehalt an P₂O₅ und K₂O bei N-Steigerung nicht parallel zu dem Gehalt an N ansteigt, sondern eine wesentlich geringere Zunahme zeigt. Im ganzen ergaben sich Gehaltswerte, die, im großen Rahmen der Düngungsstufen und Versuchsjahre, zwischen 2,2 und 5,5 % bei Stickstoff, zwischen 0,9 und 1,3 % bei Phosphorsäure sowie zwischen 2,7 und 4,2 bei Kali liegen (Tab. 1).

Der unausgeglichene Gehaltsanstieg an NPK bei steigender Düngung führt zu Nährstoffverhältnissen (N : P₂O₅ : K₂O), die gegenüber Stickstoff nicht nur abnehmen, sondern bei extrem hoher N-Düngung, vor allem im Versuchsjahr 1972, trotz beträchtlicher Bodennachlieferung, bereits unausgewogen erscheinen (Darst. 3).

Wiederum im großen Mittel änderte sich das Nährstoffverhältnis, ausgehend von der N-Stufe 0, beispielsweise im Jahre 1972 von 1:0,45:1,28 auf 1:0,24:0,69 bei der N-Stufe 60 g/m², mit der gleichzeitig eine Zufuhr von je 15 g/m² an P₂O₅ und K₂O erfolgte (Tab. 2). Errechnet man darüber hinaus den Nährstoffentzug, so wird die Unterbilanz, besonders bei Kali, in gravierender Weise sichtbar.

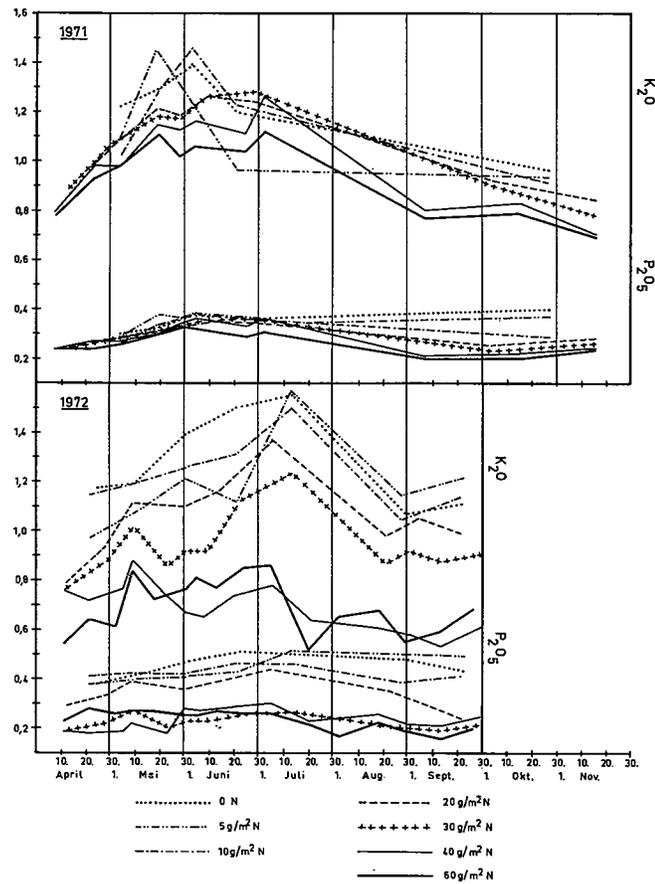
Der Nährstoffentzug basiert bekanntlich auf Masseproduktion

Darst. 1: Nährstoffgehalt des Rasenschnittgutes - 1971



und Nährstoffgehalt. Die ermittelten Schnittgutmengen von 20 bis 100 kg/100 m² stehen in enger Beziehung zur N-Stufe, sind bei höheren N-Gaben im Jahre 1972 jedoch größer als 1971 (Darst. 4).

Darst. 3: Nährstoffverhältnis im Rasenschnittgut bei N-Steigerung (N=1)



Auf der Grundlage von Schnittgutanteil und Nährstoffgehalt errechnet sich gegenüber dem Entzug für Stickstoff aber bereits ab N-Stufe 10 g/m² ein höheres N-Angebot durch Düngung, bei Phosphorsäure liegt in Übereinstimmung beider Ver-

Darst. 2: Nährstoffgehalt des Rasenschnittgutes - 1972

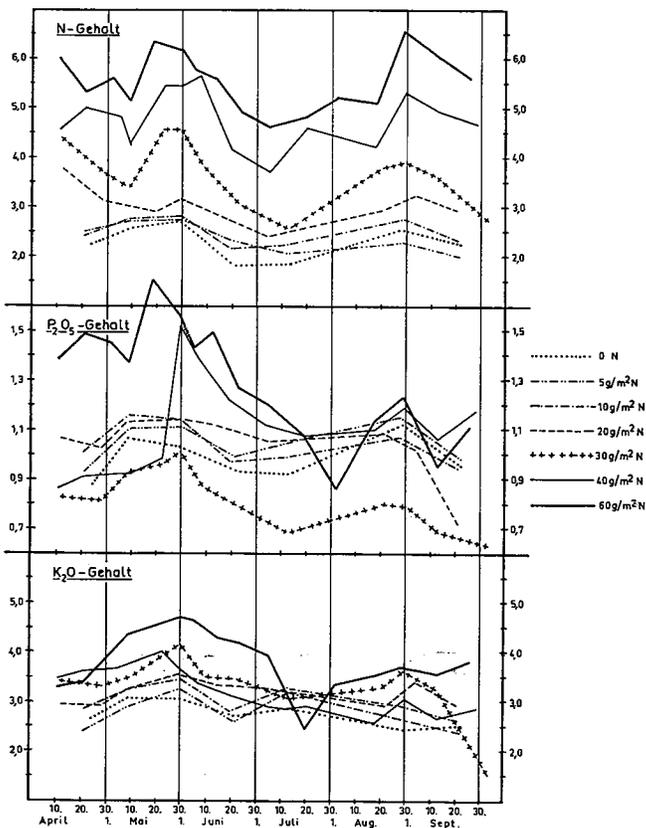


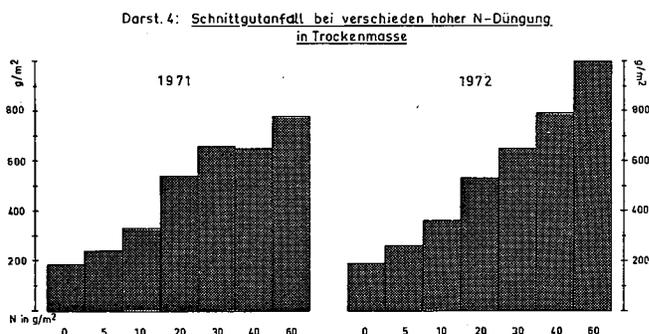
Tabelle 1: Mittlerer Nährstoffgehalt (in % TM)

N-Stufe	1971			1972		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	2,50	0,87	3,05	2,17	0,98	2,75
5 g/m ²	2,43	0,84	2,80	2,36	1,04	2,77
10 g/m ²	2,71	0,88	3,20	2,47	1,04	3,01
20 g/m ²	3,50	1,04	3,71	3,04	1,04	3,16
30 g/m ²	3,87	1,14	4,06	3,67	0,87	3,41
40 g/m ²	4,07	1,14	3,92	4,73	1,10	3,24
60 g/m ²	4,54	1,20	4,18	5,54	1,30	3,82

Tabelle 2: Mittleres Nährstoffverhältnis (N-Steigerung)

N-Stufe	1971			1972		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	1	0,35	1,21	1	0,45	1,28
5 g/m ²	1	0,34	1,14	1	0,45	1,19
10 g/m ²	1	0,32	1,18	1	0,42	1,23
20 g/m ²	1	0,30	1,08	1	0,35	1,05
30 g/m ²	1	0,30	1,06	1	0,23	0,94
40 g/m ²	1	0,29	0,99	1	0,23	0,69
60 g/m ²	1	0,27	0,94	1	0,24	0,69

suchsjahre bei den Düngungsstufen 0 bis 20 g/m² N, die 0 bis 5 g/m² P₂O₅ entsprechen, eine Unterbilanz vor, während der Entzug bei den höheren Düngungsstufen durch Zufuhr mehr als ausgeglichen wird. Bei Kali hingegen wurde mit dem gewählten Versuchsdünger 20 : 5 : 5 der Entzug in keinem Fall ausgeglichen.



Vielmehr entstanden im Sinne einer rechnerischen Bilanz Defizite, die je nach Düngungsstufe und Versuchsjahr 5 bis 20 g/m² K₂O betragen, d. h. diese entzogenen Kalimengen sind der Bodennachlieferung zuzuschreiben (Tab. 3).

Tabelle 3: Nährstoffentzug in g/m² (N-Steigerung)

N-Stufe		1971			1972		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	E	4,94	1,72	6,19	4,03	1,77	5,11
	Z	0	0	0	0	0	0
5 g/m ²	E	5,78	2,00	6,73	6,26	2,64	6,95
	Z	5,00	1,25	1,25	5,00	1,25	1,25
10 g/m ²	E	9,20	2,97	11,00	9,01	3,79	10,87
	Z	10,00	2,50	2,50	10,00	2,50	2,50
20 g/m ²	E	18,29	5,33	19,48	15,97	5,77	16,74
	Z	20,00	5,00	5,00	20,00	5,00	5,00
30 g/m ²	E	25,14	7,21	26,38	23,97	5,43	22,36
	Z	30,00	7,50	7,50	30,00	7,50	7,50
40 g/m ²	E	25,21	6,99	24,64	37,09	8,59	25,70
	Z	40,00	10,00	10,00	40,00	10,00	10,00
60 g/m ²	E	34,36	9,21	32,94	55,33	12,94	37,81
	Z	60,00	15,00	15,00	60,00	15,00	15,00

E = Entzug; Z = Zufuhr

Somit ergibt sich aus diesem Teil der Untersuchungen die Frage, bis zu welcher Grenze welche Böden oder Bodenaufbauten, wie lange Schäden durch Nachlieferung auszugleichen vermögen, wenn der Kalientzug die Kalizufuhr weit überwiegt. Im Juli 1974, also nach 4 Versuchsjahren durchgeführte Bodenanalysen, wie sie nachstehend zusammengestellt sind, lassen eine Tendenz der Belastung des Nährstoffspiegels im Boden immerhin schon erkennen. Aus ihnen geht weiterhin hervor, daß der pH-Wert im Verlauf der bisherigen Versuchsperiode unter der Einwirkung der physiologisch sauren Düngers, je nach Düngungsstufe, bereits merklich abgesunken ist.

Ergebnisse von Bodenuntersuchungen – Stand Juli 1974

N-Stufe	pH	P ₂ O ₅ mg in 100 g Boden	K ₂ O
0	5,8	17	12
5 g/m ²	5,4	12	9
10 g/m ²	5,3	11	8
20 g/m ²	5,2	11	8
30 g/m ²	5,1	12	10
40 g/m ²	4,8	12	9
60 g/m ²	4,7	14	10

Insgesamt legen es die Untersuchungsbefunde nahe, diesen Versuch als Dauerversuch weiterzuführen.

2.2. Nährstoffgehalt und Nährstoffentzug bei verschiedenem Bodenaufbau

Erste Hinweise über den Einfluß des Bodenaufbaues auf Nährstoffgehalt und Nährstoffentzug von Rasenschnittgut konnten dem Gießener Bodenheizversuch entnommen werden, der neben einem „Bodenfeld“ nur sog. „Sandfelder“ umfaßt. Die 6 cm dicke Tragschicht der Sandfelder dieses im Frühjahr

1970 angelegten Versuches, die auf einer Zwischenschicht aus 9 cm Sand 0/3 aufgebaut ist, setzte sich aus Sand 0/3 : Torf : Hygromull : Styromull im Verhältnis von 3,5 : 1 : 1 : 1 zusammen. Demgegenüber wurde die Tragschicht des Bodenfeldes in 15 cm Stärke aus 80 Vol.-% Boden (Löß) und 20 Vol.-% Styromull hergestellt. Die Düngung erfolgte einheitlich. Im Jahre 1972 vorgenommene Bestimmungen des Schnittgutanteils und der Schnittgutzusammensetzung, über die schon berichtet wurde (SKIRDE, 1973), ergaben einen höheren N-Gehalt des Schnittgutes beim Sandfeld, der P₂O₅-Gehalt lag auf beiden Vergleichsfeldern gleich, der Kaligehalt war beim Sandfeld aber geringer (Tab. 4). Daraus errechnete sich ein

Tab. 4: Nährstoffgehalt, Nährstoffverhältnis und Nährstoffentzug bei verschiedenem Bodenaufbau – Bodenheizversuch 1972/73

	Sandfeld		Bodenfeld	
Tragschicht:	6 cm Sand: Torf: Hygromull: Styromull 3,5 : 1 : 1 : 1		15 cm Boden : Styromull 4 : 1	
Dränschicht:	15 cm Kies		15 cm Kies	
1. Nährstoffgehalt – Jahresmittel:	1972	1973	1972	1973
N in %	3,80	3,19	3,55	3,27
P ₂ O ₅ in %	1,25	1,18	1,24	1,03
K ₂ O in %	3,10	3,39	3,30	3,09
2. Nährstoffverhältnis:	1 : 0,33 : 0,81	1 : 0,38 : 1,08	1 : 0,35 : 0,93	1 : 0,31 : 0,94
3. Schnittgutanteil, g TM/m ² :	584	526	490	459
4. Nährstoffentzug, g/m ² :				
N	22,68	16,54	17,62	15,61
P ₂ O ₅	7,28	6,15	6,06	4,94
K ₂ O	18,23	17,90	16,44	14,22

Nährstoffverhältnis von 1 : 0,33 : 0,81 für das Sandfeld und von 1 : 0,35 : 0,93 für das Bodenfeld.

Da die Nährstoffzufuhr durch Düngung für 1972 mit einheitlich 30 g/m² N und 6 g/m² P₂O₅ und 8,5 g/m² K₂O

sehr zuungunsten von Kali ausgefallen war und eine Nährstoffnachwirkung aus der Vorratsdüngung im Anlagejahr 1970 vermutlich nicht mehr bestand, wurden die Düngermengen für 1973 in einem anderen Verhältnis verabfolgt, und zwar mit 26 g/m² N und 10 g/m² P₂O₅ und 16 g/m² K₂O.

Hierauf dürften im wesentlichen die höheren Phosphorsäure- und Kaligehalte im Schnittgut des Sandfeldes von 1973 und damit auch das zugunsten von P₂O₅ und K₂O veränderte Nährstoffverhältnis zurückzuführen sein.

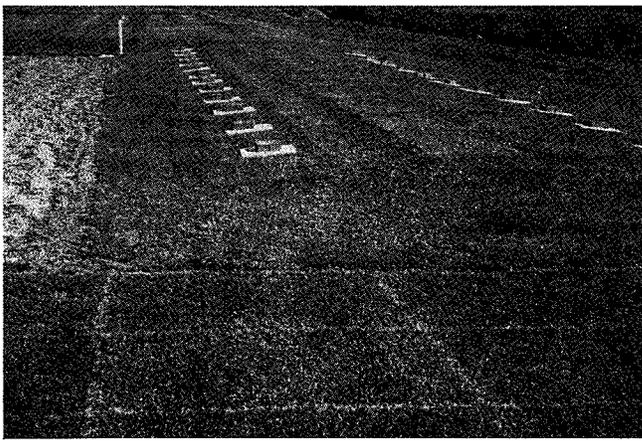
Die derzeitigen Analysenwerte für die Tragschicht (obere 5 cm) gehen aus folgender Aufstellung hervor:

Aufbau	pH	Gesamt-N %	P ₂ O ₅ mg in 100 g Boden	K ₂ O
Sandfeld	6,0	0,115	26	5
Bodenfeld	6,8	0,144	31	20

Andererseits war beim Sandfeld in beiden Versuchsjahren eine wesentlich bessere Düngerausnutzung festzustellen, indem der Schnittgutanteil hier 1972 um 19 % und 1973 um 14 % über dem des Bodenfeldes lag. Nährstoffgehalt und Schnittgutanteil zusammen ergeben für beide Untersuchungs-jahre und alle 3 Inhaltsstoffe beim Sandfeld schließlich auch einen eindeutig höheren Nährstoffentzug. Er wird in erster Linie auf die mechanisch leichtere Durchwurzelbarkeit einer grobporigen Tragschicht sowie auf deren bessere Durchlüftung zurückgeführt. Dafür sprechen die nachstehenden Ergebnisse von Wurzeluntersuchungen, die in g Wurzelrockenmasse je 100 cm² angegeben werden:

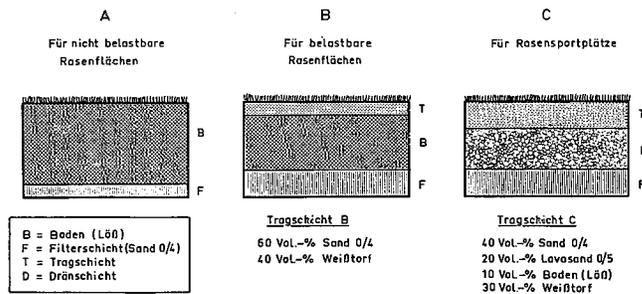
		Sandfeld	Bodenfeld
Poa prat. – Merion:	0–5 cm	39,17	26,64
	5–10 cm	1,89	1,10
Poa prat. – Sydsport:	0–5 cm	40,96	29,21
	5–10 cm	1,29	0,69

Die bisher mitgeteilten Ergebnisse über Nährstoffgehalt und Nährstoffentzug von Rasenschnittgut bei verschiedenem Bodenaufbau stammen aus dem dritten und vierten Jahr nach der Versuchsanlage. Es bleibt deshalb die Frage nach der



Anlage des Giessener Rasenlysimeters

Darst. 5: Schema der Bodenaufbauten im Giessener Rasenlysimeter-Versuch



Nährstoffausnutzung in der Anfangsphase der Rasenentwicklung offen. Hierüber geben die Ergebnisse des Giessener Rasenlysimeter-Versuches inzwischen eine erste Auskunft.

Das Rasenlysimeter wurde im Frühjahr 1973 mit

- 3 Bodenaufbauten
- 2 Nährstoffstufen – und
- 2 Düngerarten

aufgebaut, um über die Ermittlung von Nährstoffentzügen hinaus auch die Nährstoffauswaschung genauer untersuchen zu können. *)

Im einzelnen handelt es sich bei den 3 Bodenaufbauten (Darst. 5)

bei A um eine herkömmliche Anlageweise für nicht belastbare Rasenflächen ohne besonders zusammengesetzte Vegetations- oder Tragschicht,

bei B um eine Anlage für belastbare Rasenflächen, wo auf eine Bodenunterlage aus Löß eine 5 cm dicke Tragschicht aus Sand-Torf aufgebracht wurde,

bei C um einen kompletten Sportplatzaufbau mit Dränschicht und durchlässiger Tragschicht.

Die untere Schicht des jeweils 35 cm starken Aufbaues wurde zur Vermeidung von Stauflüssen stets aus Sand ausgebildet. Die analytischen Kenndaten für Boden bzw. Tragschicht gehen aus folgender Aufstellung hervor:

	Org. S.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Aufbau – Material	pH	%	%	mg in 100 g
Aufbau A – Boden	5,7	2,0	0,311	11
Aufbau B – Tragschicht	4,0	2,9	0,037	1
Bodenunterlage	6,8	0,7	0,115	4
Aufbau C – Tragschicht	4,7	2,8	0,044	2

Die Ansaat wurde zur Vermeidung größerer Bestandsveränderungen mit einem Gemisch von 85 % *Poa pratensis* – Merion und 15 % *Festuca rubra* – Koket durchgeführt. Eine Bewässerung fand bei Eintritt der Rasenwelke einer Versuchsvariante mit 20 l Wasser je m² statt.

Die in den Versuch aufgenommenen beiden Nährstoffstufen beziehen sich sowohl auf die Vorratsdüngung als auch auf die Nährstoffzufuhr im Rahmen der üblichen Pflegemaßnahmen.

*) Diese Untersuchungen werden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft unterstützt.

Als Vorratsdüngung mit betonter PK-Zufuhr wurden bei Stufe 1 einheitlich 12 – 12 – 17 g/m² NPK Stufe 2 einheitlich 24 – 24 – 34 g/m² NPK verabfolgt. Das heißt, die Nährstoffbevorratung wurde nicht dem verschiedenen Nährstoffgehalt der Tragschichten angepaßt, vielmehr blieb die Nährstoffverarmung der Sand-Tragschichten unberücksichtigt. Dadurch war vor allem der Sportfeldaufbau C von Anbeginn benachteiligt. Es entsprach jedoch dem Versuchsziel, den Nährstoffgehalt im Schnittgut und den Schnittgutanteil bei gleicher Nährstoffzufuhr über den Faktor Zeit hinweg zu verfolgen. Deshalb wurde auch die spätere Düngung für alle Aufbauten in gleicher Höhe gegeben, und zwar

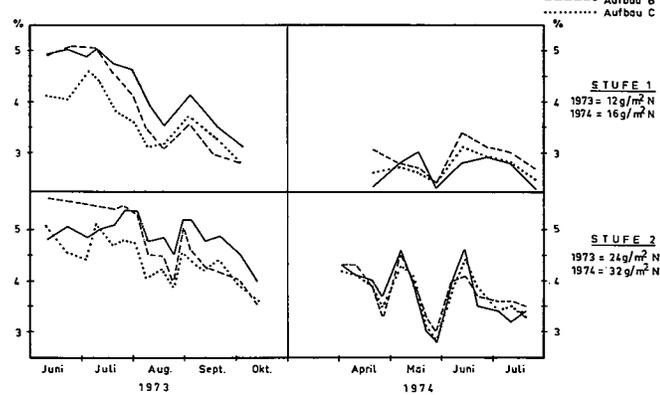
- bei Stufe 1 1973 mit 12 – 3 – 4,8 g N – P₂O₅ – K₂O je m²,
1974 mit 16 – 4 – 6,4 g N – P₂O₅ – K₂O je m²,
- bei Stufe 2 1973 mit 24 – 6 – 9,6 g N – P₂O₅ – K₂O je m²,
1974 mit 32 – 8 – 12,8 g N – P₂O₅ – K₂O je m².

Von den beiden verwendeten Düngerarten wird dieser Zwischenauswertung aus Gründen der Vereinfachung nur die Variante eines Rasenvolldüngers mit Isodur der Zusammensetzung 20 : 5 : 8 zugrundegelegt, zumal sich die Ergebnisse für beide Düngerarten im Prinzip entsprechen.

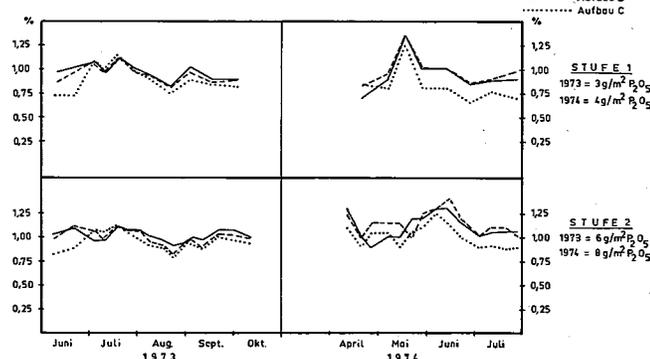
Bei diesen Untersuchungen zeigte sich bezüglich des Gehalts an NPK im Verlauf des Ansaatjahres 1973 eine sehr enge Beziehung zum Bodenaufbau. Der aus Boden bestehende Aufbau A für nicht belastbare Rasenflächen wies nämlich bei beiden Nährstoffstufen die höchsten und der Sportfeldaufbau C die geringsten Gehaltswerte für NPK auf, Aufbau B mit einer durchlässigen Tragschicht auf Boden nahm eine Mittelstellung ein (Darst. 6–8). Dies ergeben auch die in Tabelle 5 zusammengefaßten Mittelwerte.

Aber bereits zu Ende des Ansaatjahres 1973 glichen sich die Analysenwerte, besonders bei Stickstoff und Kali, schon merklich an. Im Verlauf des zweiten Versuchsjahres 1974 kehrte sich die anfänglich noch den Verhältnissen von 1973 ähnliche Relation schließlich zugunsten höherer Prozentsätze an N und K₂O bei den Aufbauten B und C gegenüber A um. Damit ist bei beiden Nährstoffstufen im Gesamtmittel aller Einzelschnittergebnisse für die drei Bodenaufbauten inzwischen eine Ausgeglichenheit eingetreten, die bei P₂O₅ für den Sportfeldaufbau C gegenüber den beiden anderen Aufbauten allerdings noch fehlt (Darst. 6–8, Tab. 5).

Darst. 6: N-Gehalt des Rasenschnittgutes bei verschiedenem Bodenaufbau (i. % TM)



Darst. 7: P₂O₅-Gehalt des Rasenschnittgutes bei verschiedenem Bodenaufbau (i. g TM)



Darst. 8: K_2O -Gehalt des Rasenschnittgutes bei verschiedenem Bodenaufbau (i.% TM)

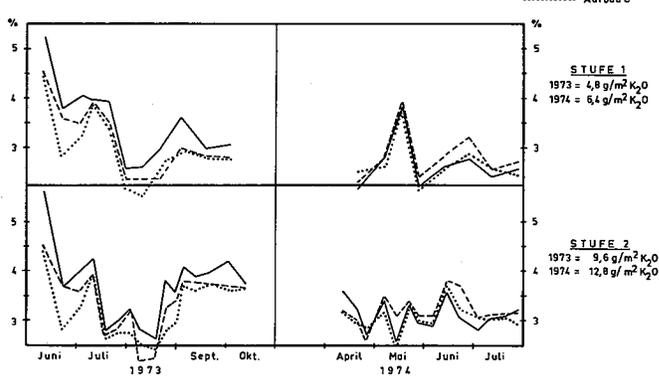
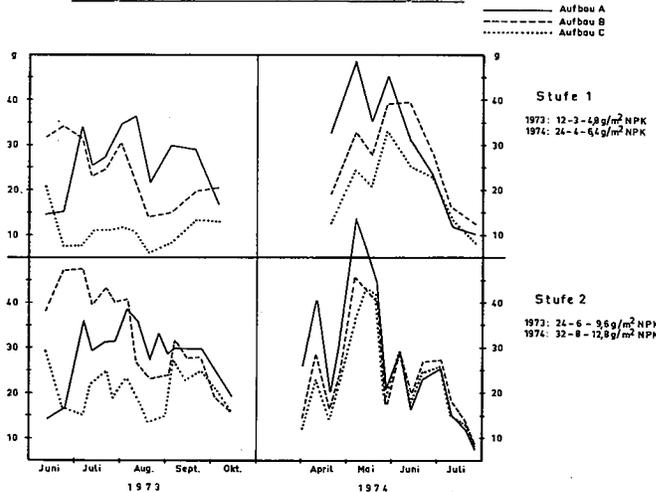


Tabelle 5: Mittlerer Nährstoffgehalt (i.% TM) - Bodenaufbau -

Bodenaufbau	1973			1974 (bis Juli)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N-Stufe 1:						
A	4,30	0,98	3,51	2,67	0,96	2,67
B	4,05	0,94	3,14	2,89	0,99	2,85
C	3,69	0,82	2,98	2,73	0,83	2,67
N-Stufe 2:						
A	4,91	1,06	3,68	3,70	1,13	3,11
B	4,82	1,03	3,37	3,72	1,15	3,19
C	4,45	0,94	3,20	3,65	1,02	3,05

Das mittlere Nährstoffverhältnis erscheint sowohl im Versuchsjahr 1973 als auch bei der ersten Nährstoffstufe von 1974, trotz der ermittelten Gehaltsunterschiede, ausgeglichen (Tab. 6). Bei der zweiten Nährstoffstufe deutet sich für Kali jedoch bereits ein Absinken gegenüber N an. Diese Tendenz kommt noch klarer zum Ausdruck, wenn man die Einzelanalysen von April und Mai denen von Juni und Juli gegenüberstellt.

Darst. 9: Schnittgutanteil bei verschiedenem Bodenaufbau (i.g TM/m²)



Was den Schnittgutanteil anbelangt (Darst. 9), ähnelt der Kurvenverlauf der Einzelgewichte dem des Stickstoffgehalts. Im Ansaatjahr 1973 wurden die größten Schnittgutmengen stets bei Bodenaufbau A, die geringsten in der Regel bei Sportfeldaufbau C festgestellt. Zu Ende 1973 trat jedoch auch hier eine Angleichung ein, die sich ab Mai 1974 bei beiden Nährstoffstufen fortsetzte. Dabei näherten sich die Schnittgutgewichte sowohl zu Ende der Vegetationsperiode 1973 als auch zu Anfang der Vegetationsperiode 1974 bei der höheren Nährstoffstufe früher und enger an.

Aus dem Kurvenverlauf von Nährstoffgehalt und Schnittgutanteil bei gleich hoch gedüngten Bodenaufbauten wird somit ersichtlich, daß die Nährstoffnachlieferung natürlicher Böden in einem verhältnismäßig kurzen Zeitraum abnimmt. Dieser Tatbestand wird in erster Linie der raschen Verdichtung fein-

Tabelle 6: Mittleres Nährstoffverhältnis (Bodenaufbau)

Bodenaufbau	N : P ₂ O ₅ : K ₂ O			N : P ₂ O ₅ : K ₂ O		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
N-Stufe 1:						
A	1	0,23	0,82	1	0,36	1,00
B	1	0,24	0,79	1	0,35	1,00
C	1	0,23	0,82	1	0,31	0,98
N-Stufe 2:						
A	1	0,22	0,77	1	0,31	0,86
B	1	0,22	0,73	1	0,31	0,87
C	1	0,21	0,74	1	0,28	0,80

erdereicher Böden zugeschrieben, die die Durchlüftung und die biologische Aktivität erheblich einschränkt. Dies trifft besonders für Trockengebiete zu, wo schwerer Boden unter Rasen stark zum „Zementieren“ neigt und dadurch auch die Wasserinfiltration erschwert.

Das erklärt die im Lysimeterversuch erneut getroffene Beobachtung, nach der der Aufbau A im Vergleich aller Aufbauvarianten zumindest kein geringeres Beregnungsbedürfnis, besonders gegenüber Aufbau B mit seiner durchlässigen Tragschicht auf einer wasserspeichernden Bodenunterlage, besitzt. Was schließlich die Nährstoffverluste durch Auswaschung anbetrifft, sei im Rahmen dieser Thematik lediglich auf die eingetretene Gesamttendenz verwiesen.

Es bestätigte sich die bekannte Erfahrung, nach der Auswaschungsverluste unter Grasnarben grundsätzlich gering sind. Dies gilt bei Stickstoff und Phosphorsäure für alle 3 Bodenaufbauten, für Kali allerdings nur für die Aufbauten A und B. Hier lag der K_2O -Gehalt im Sickerwasser bei der Nährstoffstufe 1 im großen Durchschnitt knapp unter und bei Nährstoffstufe 2 knapp über 1 mg je Liter, bei Aufbau C aber zwischen 10 und 20 mg (SKIRDE, 1974). Da die Sickerverluste mit zunehmendem Alter der Rasennarbe jedoch zurückgehen, bleibt zur weiteren Beurteilung die nächste Winterperiode abzuwarten.

3. Schlußfolgerungen

Zusammenfassend ist den mitgeteilten Ergebnissen zunächst zu entnehmen, daß das Nährstoffverhältnis im Rasenschnittgut in einer anderen Relation als in den meisten Rasenvolldüngern vorliegt, im Gesamtmittel etwa 1 : 0,3 : 0,8. Die Unausgeglichenheit betrifft besonders den Anteil an Kali.

Werden also ausschließlich Rasenvolldünger mit einem unausgewogenen Verhältnis von N : K_2O verwendet oder wird überwiegend nur mit Stickstoff ohne genügenden PK-Ausgleich gedüngt, dann tritt eine beträchtliche Belastung des Kaligehalts im Boden ein. Sie betrug bei einer Düngung mit 20 : 5 : 5 g je m² an N : P₂O₅ : K_2O bereits 10 bis 15 g K_2O je m² und Jahr und stieg bei weiterer N-Steigerung noch an.

Dieser Kaliverbrauch, bei dem es sich möglicherweise zum Teil um Luxuskonsum handelt, kann bei kalireichen Böden eher durch Bodenversorgung oder bei Schnittgutverbleib auf der Rasenfläche durch einen entsprechenden Nährstoffkreislauf ausgeglichen werden. Dagegen sind bei kalireichen Böden Mangelsituationen zu befürchten, wenn der Nährstoffentzug die Nährstoffzufuhr auf Dauer weit übertrifft.

Eine derartige Situation kann besonders bei sehr hoher N-Düngung sowie bei verarmten Böden, d. h. bei Sandaufbauten eintreten, zumal der Entzug aufgrund besserer Wachstumsbedingungen dort größer zu sein scheint. Deshalb sollte sich die Kalidüngung stets am Kalivorrat im Boden oder im Bodenaufbau und an der Höhe der N-Gabe orientieren, wobei 10 mg K_2O als Grenzwert betrachtet werden könnte. Es fragt sich nämlich, ob das starke Auftreten von Rasenkrankheiten auf Golfgreens nicht auch ernährungsphysiologische Ursachen hat bzw. wie lange eine zu große Beanspruchung des Nährstoffvorrates vom Boden schadlos ausgeglichen wird.

Zur Beantwortung beider Fragen sind noch weitere Versuche erforderlich.

Literatur

1. MÜHLSCHLEGEL, F. u. C. MEHNERT, 1974: Untersuchungen zur Ermittlung des Phosphat- und Kalibedarfs von Gebrauchsrasen. RASEN-TURF-GAZON 5. 52–55.
2. SKIRDE, W., 1971: Erste Ergebnisse des Gießener Bodenheizversuches. RASEN-TURF-GAZON 2. 102–108.
3. SKIRDE, W. u. J. KERN, 1971: Untersuchungen über Zuwachs, Nährstoffgehalt und Bestandsbildung von Rasenansaat unter dem Einfluß verschieden hoher Stickstoffgaben. RASEN-TURF-GAZON 2. 118–123.
4. SKIRDE, W., 1973: Nährstoffwirkung und Nährstoffverwertung bei wasserdurchlässig zusammengesetzter Rasentragschicht. RASEN-TURF-GAZON 4. 1–4.
5. SKIRDE, W., 1974: Untersuchungen über Nährstoffauswaschungen bei Grünflächendüngung. Unveröff. Forschungsbericht.

Zusammenfassung

1. Es wird über Nährstoffgehalt und -entzug von Rasen bei verschiedenen hoher Düngung und verschiedenem Bodenaufbau berichtet.
2. Steigende NPK-Düngung erhöhte den Nährstoffgehalt des Schnittgutes stufenweise. Das Nährstoffverhältnis sank im extrem von 1 : 0,45 : 1,28 auf 1 : 0,24 : 0,69 ab.
3. Der durch Düngung erhöhte Schnittgutverlust bewirkte bei Kali Entzüge, die nur geringfügig durch Düngung gedeckt wurden.
4. Bei älteren Bodenaufbauten war der Nährstoffentzug eines Sandfeldes gegenüber Boden größer. Bei einem neuen Lysimeterversuch lag der Entzug sandreicher Tragschichten im ersten Versuchsjahr dagegen niedriger als bei Boden. Im zweiten Jahr kehrten sich Schnittgutverlust und Nährstoffgehalt aber bereits zugunsten der sandreichen Aufbauten um.
5. Da das Nährstoffverhältnis der meisten Rasenvolldünger nicht dem des Schnittgutes entspricht und da eine Stickstoffdüngung oft ohne PK-Ausgleich erfolgt, können bei nachlieferungsschwachen Böden und

Bodenaufbauten, besonders bei hoher N-Düngung und Schnittgutentfernung, Mangelsituationen eintreten. Deshalb soll sich die Düngung mit Phosphorsäure und Kali am Bodenvorrat orientieren.

Summary

1. Report about the contents and withdrawal of nutrients of lawn at different high fertilizing and different soil formations is given.
2. Increased nitrogen, phosphatic and potash fertilizing raised gradually the contents of nutrients of cuttings. The proportion of nutrients sunk in the extrem from 1 : 0,45 : 1,28 to 1 : 0,24 : 0,69.
3. The amount of cuttings raised by fertilizing, caused at potash a withdrawal, which was covered only partly by fertilizing.
4. The withdrawal of nutrients of a sand field vis-à-vis soil was bigger at older soil constructions. There was, on the other hand at a new lysimeter experiment the withdrawal of sandy rich layers in the first year of experiment lower than at soil. But the yield of cut and contents of nutrients turned in the second year already in favour of sandy rich formations.
5. Situations of deficiency can appear at soils and soil constructions of weak supply, especially at high nitrogen fertilizing and removal of the yield of cut, since the proportion of nutrients of most compound fertilizers for lawn does not equal with that of the cut and since a fertilizing of nitrogen is given often without a balance of phosphatic fertilizer and potash. The fertilizing with phosphatic acid and potash should therefore conform to the nutrients which the soil already contains.

Düngungsversuche bei Sportrasen

F. Riem Vis, Haren (Gr.) / Niederlande

1. Einführung

Das offensichtliche Bedürfnis nach Lösung von Fragen auf dem Gebiete der Sportrasenkultur war für das Institut für Bodenfruchtbarkeit Anlaß, das Versuchsprogramm auch darauf zu richten. Wichtige Fragen erschienen die Bedeutung der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodens und die Düngung mit Stickstoff, Phosphat und Kali. Auftrag des Verfassers war es, sich mit Fragen der chemischen Bodenfruchtbarkeit und der Düngung zu befassen. Die Bedeutung der Struktur und des Wasserhaushalts des Bodens wird von anderen Mitarbeitern des Instituts untersucht. Bei allen Untersuchungen ist die Hauptfrage im Hintergrund: welche Maßnahmen fördern die Widerstandsfähigkeit der Tragschicht und der Grasnarbe gegen intensive Bespielung. Im nachfolgenden wird eine Übersicht der Düngungsversuche gegeben, die bisher durchgeführt wurden.

2. Der pH-Wert des Bodens

In den Niederlanden wird beim Sportplatzbau in vielen Fällen eine Tragschicht aus humusarmem Sand von etwa 7 cm Stärke aufgebracht. Im Westen des Landes wird meistens kalkhaltiger Dünen sand, im Süden und Osten kalkarmer Unterbodensand benutzt. Letzterer wird bekalkt bis pH-KCl 5,2. Im Fröling des Jahres 1972 wurde ein Feldversuch angelegt mit pH-KCl Stufen im Unterboden (5–20 cm) und in der Tragschicht (0–5 cm) von 4,5 – 5,5 – 6,5 und 7,0 bei 1 % CaCO₃. Die eine Hälfte des Versuchs wurde mit reinem *Poa pratensis* (Sorten Merion und Baron) eingesät, die andere Hälfte mit einer Sportplatzmischung (65 % *Poa pratensis*, 30 % *Lolium perenne*, 5 % *Pheum nodosum*). Zwölf Beobachtungen zwischen dem 1. 9. 1972 und dem 19. 2. 1973 ergaben im Durchschnitt die in der Tabelle 1 genannten Werte für die Bodendeckung. Eine Erhöhung des pH-Wertes bis 7,0 hat die Entwicklung der Narbe nach der Einsaat gefördert. Außerdem kamen in *Poa pratensis* bei höherem pH weniger Fremdgräser vor.

Die Ergebnisse des ersten Jahres (Tabelle 1) wurden im zweiten Versuchsjahr bestätigt. Zudem waren im Jahre 1973

Tabelle 1:

pH-KCl	Einfluß des pH-Wertes auf die Bodendeckung	
	Sportplatzmischung*	<i>Poa pratensis</i> *
4,5	6,9*	6,1*
5,5	7,3	6,8
6,5	7,6	6,6
7,0	7,8	8,0

*: hohe Bonitierung = dichte Narbe

bei höheren pH-Werten die Trockenschäden geringer.

3. Die Phosphat- und Kaliversorgung

Bis jetzt wird in den Niederlanden empfohlen, Sportrasen etwas stärker mit Phosphat und Kali zu düngen als Grünland bei vergleichbaren Bodenverhältnissen.

In fünf dreijährigen Versuchen auf Fußball- und Hockeyplätzen der Gemeinde Haren wurde die Reaktion der Grasnarbe auf Düngung mit Phosphat und Kali verfolgt. Die Plätze lagen auf einem schwach lehmhaltigen Sandboden. In einem Fall war eine Tragschicht aus humusarmem Sand aufgebracht worden. Der Phosphatzustand des Bodens war niedrig bis hoch, der Kalizustand war gut. Während der drei Versuchsjahre haben wir überhaupt keinen Einfluß der Phosphat- und Kalidüngungsstufen auf die Bodendeckung, die Grasfarbe und die botanische Zusammensetzung der Narbe feststellen können. Auch ein höherer Kalibedarf bei einer Tragschicht aus humusarmem Sand konnte nicht festgestellt werden. Es wurde aus diesen Ergebnissen der Schluß gezogen, daß unter niederländischen Verhältnissen (intensive Bespielung ohne Schnittgutabfuhr) eine leichte Phosphat- und Kalidüngung genügt; 40 kg P₂O₅/ha und 60 kg K₂O/ha wird ausreichen, wenn der Nährstoffzustand des Bodens in Ordnung ist.

4. Die Stickstoffdüngung

Die Untersuchungen, die bis jetzt durchgeführt wurden, umfaßten die Bedeutung der Gesamtmenge pro Jahr, der Spätherbstdüngung und der Wechselwirkung zwischen Stickstoffmenge und Bewalzungintensität.

4.1. Unterschiedliche Stickstoffgaben bei einheitlicher Bewalzung mit der Stollenwalze

Im Jahre 1971 wurde ein Versuch eingesät mit der Sportplatzmischung 50% *Poa pratensis*, 20% *Lolium perenne*, 10% *Phelum nodosum* und 20% *Cynosurus cristatus*. Jährlich wurden 60, 120, 180, 240 und 300 kg N/ha in fünf Teilgaben verabreicht. Die Schnittgutproduktion, die Grasfarbe, die Bodendeckung und der Düngungszustand des Bodens wurden und werden verfolgt.

4.1.1. Schnittgutproduktion: In Tabelle 2 sind die Gesamtmengen der Trockensubstanzproduktion der drei Versuchsjahre zusammengefaßt worden. Der Zusammenhang zwischen der Stickstoffmenge und der Trockensubstanzproduktion entsprach im Jahre 1971 einer Kurve und war 1972 und 1973 gradlinig. Im Durchschnitt war der Ertragszuwachs pro 60 kg N je Hektar, 1,9 kg Trockensubstanz/100 m² pro Jahr. Eine Erhöhung der Stickstoffdüngung bringt deswegen eine Zunahme der Mähfrequenz mit sich.

Tabelle 2:

Jahr	Schnittgutproduktion in kg T/100 m ² und Jahr bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung kg N/ha pro Jahr				
	60	120	180	240	300
1971	8,4	13,9	16,0	16,9	17,6
1972	7,4	9,6	11,1	12,3	15,0
1973	11,1	12,9	15,5	16,3	18,4

Bei den höheren Stickstoffgaben beschränkte sich die jährliche Trockensubstanzproduktion auf 1500 bis 2000 kg je Hektar. Da Neuanlagen auf humusarmen Böden einen Anstieg des Humusgehalts von 1% in einem Jahr (etwa 7000 kg humifizierter organischer Substanz) in der Schicht 0–5 cm aufzeigten, muß der Beitrag der oberirdischen Masse an der Humusbildung von untergeordneter Bedeutung sein.

4.1.2. Die Grasfarbe: Farbunterschiede waren im ersten Versuchsjahr bis im Spätherbst deutlich vorhanden. Im Jahre 1972 war nach dem 1. September und 1973 nach dem 1. August kaum ein Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Grasfarbe zu erkennen, obwohl die letzten Stickstoffgaben am 1. 8. und am 15. 9. verabreicht wurden. Das Anhalten der Stickstoffreaktion hat also in den Jahren abgenommen. Die Wetterbedingungen, die Stabilisierung der Grasnarbe und die Intensivierung der Bewalzung könnten dabei von Einfluß gewesen sein.

4.1.3. Die Bodendeckung: Auch der Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Bodendeckung hat sich in der Zeit geändert. Im Jahre 1971 war er bis zum 15. August positiv, nachher schwach negativ. Im zweiten Versuchsjahr wurde bis in den Winter ein positiver Einfluß der Stickstoffdüngung festgestellt. Auch 1973 wurde die Bodendeckung durch die Stickstoffdüngung gefördert. Nach dem 1. Oktober konnte aber keine Stickstoffwirkung mehr festgestellt werden.

Ungünstige Wachstumsbedingungen, die vom Wetter oder von der Bespielung verursacht werden, können anscheinend kaum durch eine Erhöhung der Stickstoffdüngung aufgehoben werden. Es erscheint daher zweifelhaft, ob eine Düngung mit 200 bis 250 kg N/ha und Jahr, wie heute empfohlen wird, richtig für Sportplätze ist, die intensiv bespielt werden.

4.1.4. Die Bodenanalysen: Die im November 1973 der Schicht 0–5 cm entnommenen Bodenproben ergaben einige interessanten Analysenwerte (Tabelle 3). Im Durchschnitt wurde das Schnittgut neunmal abgeführt. Ein größerer Entzug könnte eine Erklärung für die Erniedrigung der Phosphat- und Kaligehalte des Bodens bei Erhöhung der Stickstoffdüngung sein. Die Erniedrigung des Wassergehalts bei mehr Stickstoff könnte mit Unterschieden in der Wurzelentwicklung zusammenhängen.

Tabelle 3:

Einige Ergebnisse der Bodenanalyse am 22. 11. 1973. (Schicht 0–5 cm).	kg N/ha pro Jahr				
	60	120	180	240	300
P-AL (mg P ₂ O ₅ je 100 g Boden)	47	46	45	44	43
K-HCl (mg K ₂ O je 100 g Boden)	26	25	23	22	20
Wasser (g je 100 g Boden)	29	29	28	27	26

4.2. Die Spätherbstdüngung

Eine Stickstoffdüngung im Spätherbst hat nach Forschern in mehreren Ländern einen günstigen Einfluß auf die Narbenqualität und die Wurzelentwicklung in den Wintermonaten. In

einem Feldversuch auf einem *Lolium perenne/Poa annua* dominanten Rasen verabreichten wir am 15. Oktober oder am 15. November der Jahre 1971, 1972 und 1973 40 bzw. 80 kg N je Hektar. Einige Parzellen erhielten keine Herbstdüngung. Im Spätherbst des Jahres 1972 beobachteten wir auf den nicht gedüngten Parzellen einen starken *Corticium*-befall. Im Winter und im Anfang des Frühlings zeigten die gedüngten Parzellen im allgemeinen eine bessere Farbe und Bodendeckung. Die Unterschiede waren verhältnismäßig klein. Möglicherweise sind die Ergebnisse der letzten Jahre mit milden Wintern aber nicht allgemein gültig.

4.3. Die Wechselwirkung zwischen Stickstoffdüngung und Intensität der Bewalzung mit der Stollenwalze

War man vor einigen Jahren der Meinung, daß 100 kg N je Hektar ausreichte, wird heutzutage eine jährliche Stickstoffdüngung bis 250 kg N/ha empfohlen. Im vorgehenden wurde schon bemerkt, daß die Beeinträchtigung der Narbe durch Bewalzung nicht völlig von der Stickstoffdüngung aufgehoben wird.

In einem 1972 angefangenen Feldversuch wurden die Stickstoffgaben 60, 120, 180 und 240 kg N je Hektar und Jahr und die Bewalzungintensitäten 1, 2, 3 und 4 mal pro Woche aufgenommen. Der Versuch wurde auf einer 6 cm starken Sanddecke, eingesät mit einer Sportplatzmischung (65% *Poa pratensis*, 30% *Lolium perenne*, 5% *Phleum nodosum*), vorgenommen.

4.3.1. Die Grasfarbe und die Bodendeckung: Im ersten Versuchsjahr hat sich herausgestellt, daß unter den Verhältnissen des Versuchs eine Stickstoffdüngung von 200 bis 250 kg N je Hektar notwendig ist, um eine gut geschlossene Narbe zu bekommen.

Tabelle 4:

kg N/ha/Jahr	Die Grasfarbe und die Bodendeckung im Herbst des ersten Versuchsjahres	
	Grasfarbe*	Bodendeckung*
60	4,2	5,5
120	5,5	6,4
180	6,8	7,2
240	7,5	7,8

*: hohe Bonitierung = dunkelgrüne Farbe, bzw. dichte Narbe

Die Tabelle 4 enthält Durchschnittswerte der sechs visuellen Beurteilungen zwischen dem 18. September und dem 6. November 1972. Der günstige Einfluß der Stickstoffdüngung ist deutlich zu erkennen. Im Jahre 1973 wurden ähnliche Unterschiede festgestellt. Nach dem 1. August war ein Einfluß der seit Mai durchgeführten Bewalzungintensitäten zu erkennen. In der Periode von Mitte Oktober bis Ende Dezember 1973 entsprachen die Durchschnittswerte der Bodendeckungsbonitierung der Regressionsgleichung:

$$y = -0,149x_N^2 + 1,08x_N - 0,327x_B + 5,87$$

y = Bodendeckung

x_N = Stickstoffdüngung in Einheiten von 60 kg N/ha

x_B = Bewalzung, Einheit: einmal/Woche

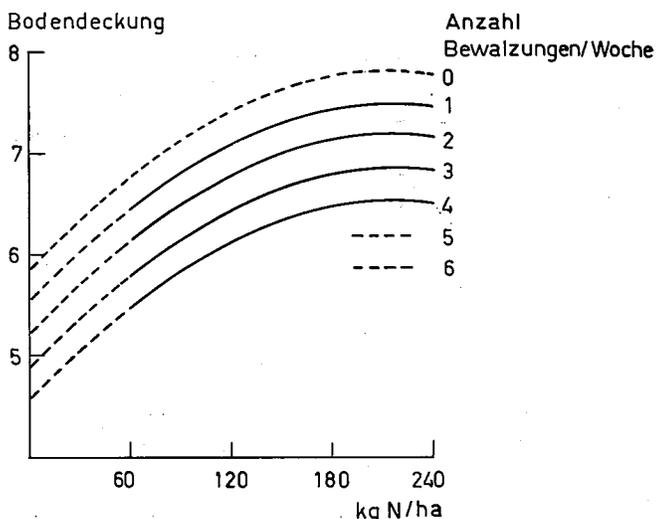


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen der Stickstoffdüngung und der Bodendeckung bei unterschiedlicher Bewalzungintensität.

Eine Wechselwirkung zwischen Stickstoffdüngung und Bewalzung konnte nicht statistisch gesichert festgestellt werden. Der von der Regressionsgleichung angegebene Zusammenhang ist in Abbildung 1 grafisch dargestellt. Die Abbildung zeigt, daß die Stickstoffdüngung die Bodendeckung zwar gefördert hat, jedoch nicht imstande war, die Beeinträchtigung der Narbe durch Bewalzung aufzuheben. Der positive Einfluß der optimalen N-Gabe würde durch sechsmaliges Bewalzen pro Woche völlig ausgelöscht werden.

Man muß in Betracht ziehen, daß es sich um eine junge Narbe handelt, die sich bei den niedrigen Stickstoffgaben kaum zu schließen vermochte. Es erscheint unbedingt notwendig, Neuanlagen auf armen Böden während der ganzen Wachstumsperiode genügend mit Stickstoff zu versorgen.

4.4. Einfluß der Stickstoffdüngung auf den Grasbestand

Bei den im vorgehenden beschriebenen Versuchen wurden mehrere Bestandsaufnahmen gemacht. Die Aufnahmemethodik und die Ergebnisse wurden schon im einzelnen veröffentlicht (Riem Vis, 1973). Zusammenfassend wurden nachfolgende Stickstoffwirkungen festgestellt: Wenn mehr Stickstoff gegeben wurde, kamen *Phleum nodosum*, *Cynosurus cristatus* und Unkräuter weniger vor. Auf humusarmem Boden ergab eine Erhöhung der Stickstoffdüngung einen Anstieg des Anteils an *Poa pratensis*. Der Zusammenhang zwischen der Stickstoffmenge und dem Deckungsanteil an *Poa annua* entsprach einer Kurve mit dem Maximum bei etwa 200 kg N je Hektar.

5. Literaturverzeichnis

RIEM VIS, F., 1973: Anwendungsmöglichkeiten der „Point-quadrat“-Methode für Bestandsaufnahmen bei Rasen. Rasen-Turf-Gazon 4. 85–87.

Zusammenfassung

Besprochen wurden Düngungsversuche bei Sportrasen, die seit 1970 am Institut für Bodenfruchtbarkeit durchgeführt wurden. Die Untersuchungen ergaben folgende vorläufige Folgerungen:

1. Bei intensiver Mahd und Bewalzung und einer jährlichen Stickstoffdüngung bis 300 kg N je Hektar blieb die Schnittgutproduktion auf unter 2000 kg Trockensubstanz/ha beschränkt. Jede zusätzliche Gabe von 60 kg N pro Hektar und Jahr entsprach einem Graszuwachs von 190 kg Trockensubstanz/ha.

2. Eine Erhöhung des pH-Wertes des Bodens bis 7,0 hatte einen günstigen Einfluß auf die Entwicklung der Narbe einer Neuanlage.
3. Sportrasen bedürfen nur eine leichte Phosphat- und Kalidüngung (etwa 40 kg P₂O₅ und 60 kg K₂O pro Hektar, wenn das Schnittgut nicht abgeführt wird und der Düngungszustand des Bodens in Ordnung ist.
4. Der Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Grasfarbe und die Narbendichte nahm im Laufe der Zeit ab.
5. Eine Spätherbstdüngung mit Stickstoff hatte in den drei vergangenen Jahren eine günstige Wirkung in den Winter- und Frühlingsmonaten.
6. Bei visueller Beurteilung der Grasfarbe und der Bodendeckung konnte eine Wechselwirkung zwischen Stickstoffdüngung und Bewalzungintensität nicht statistisch gesichert festgestellt werden.
7. Es erscheint unbedingt notwendig, Neuanlagen während der Wachstumsperiode genügend mit Stickstoff zu düngen.

Summary

The experiments of the Institute for Soil Fertility on the fertilization of sports turf, started in 1970, were described. The investigations resulted in the following provisional conclusions.

1. At frequent cutting and playing simulation, and a nitrogen supply of 300 kg N/ha/year grass production was restricted to nearly 2000 kg dm/ha/year. Each additional 60 kg N/ha/year increased grass yield with 190 kg dm/ha.
2. Increasing the pH of the soil up to 7 did stimulate the establishment of young turf.
3. Sports turfs do ask only a slight fertilization with phosphate and potassium (approximately 40 kg P₂O₅ and 60 kg K₂O/ha), if the clippings are not removed from the field and soil fertility status is right.
4. The influence of nitrogen on grass colour and ground cover decreased with time.
5. A nitrogen fertilization in late autumn gave good results during the past three years.
6. Visual estimations of grass colour and ground cover did not show a significant interaction between nitrogen supply and playing frequency.
7. An adequate nitrogen supply all over the growing period is of great importance for young turf.

Wirkung einiger Dünger auf Rasengräser

K. E. Schönthaler, Wien

Die noch vor wenigen Jahren bestehende Marktlücke im Bereich der Rasendünger ist bereits voll ausgenützt, und zwar mit einer erheblichen Anzahl von Produkten (in Österreich sind es derzeit 25–30).

Die Produktdeklaration hinsichtlich Nährstoffgehalt, Nährstoffform, Wirkungsart usw. ist, wenn überhaupt, äußerst mangelhaft. Selbst auf die Angabe des Packungsgewichtes wird meist verzichtet, so daß dem Endverbraucher ein Produktvergleich praktisch unmöglich ist.

Darüber hinaus besteht auch bei der Wissenschaft noch keine Einhelligkeit über Düngemenge, Ausbringungszeitpunkte, Nährstoffverhältnis etc. Trotz zahlreicher Untersuchungen zum Thema Rasendüngung sind noch viele Fragen offen.

So erscheint es bedeutend, exakte Ergebnisse zum Einfluß des Klimas bzw. der Witterung auf die Rasendüngung zu erhalten. Gerade für den kontinental geprägten Klimaraum, wozu die östlichen Teile Österreichs gehören, dürften andere Maßstäbe gelten als beispielsweise für maritim beeinflusste Lagen.

Noch offene Fragen sind:

Welche Zusammenhänge bestehen zwischen Düngung und Trockenresistenz wie auch Kälteresistenz der Rasengräser? Wie wirkt sich eine relativ geringe Wasserversorgung bei höheren Temperaturen auf die Verfügbarkeit verschiedener Düngerformen aus? Diese Fragen sind je nach den unterschiedlichen Nutzungsformen (Gebrauchsrasen, Extensivrasen ...) und den jeweils vorhandenen Boden- bzw. Substrateigenschaften noch weiter zu differenzieren.

Um einige Fragen wenigstens teilweise zu klären, wurde im Frühjahr 1973 auf einer im Herbst 1971 angesäten Fläche ein Düngemittelvergleichsversuch begonnen.

1. Versuchsbedingungen und -material

Die Saat erfolgte auf einem schweren Lehmboden (54% < 0,02 mm) mit pH (KCL) 6,8.

Saatmischung: 70% *Poa pratensis* 1/2 Baron, 1/2 Newport
30% *Festuca rubra* 1/2 Koket, 1/2 Oase

Zu Beginn des Düngungsversuches bestand eine stark festucadominante, geschlossene Rasennarbe.

Parzellengröße: 170 x 130 cm

3 Wiederholungen

Jahresniederschlagsmenge im Durchschnitt: 578 mm

1973: 495 mm mit folgender Aufteilung:

	mm	Tagesmitteltemp.	Temperaturmax.
Januar	31,5	- 0,9° C	5,5° C
Februar	31,3	+ 2,0	8,7
März	22,7	5,6	18,7
April	82,3	8,1	21,7
Mai	15,4	15,1	26,5
Juni	74,8	17,7	29,5
Juli	33,0	19,9	31,4
August	57,7	19,5	33,0
September	70,3	15,8	31,5
Oktober	17,4	8,4	20,8
November	36,9	3,4	13,7
Dezember	21,3	1,0	12,0
1974: Januar	51,9		
Februar	13,9		
März	7,5		
April	8,0		
Mai	35,0		

Die tatsächliche Sonnenscheindauer beträgt im Durchschnitt 1880 Stunden/Jahr, das sind 45,6% der möglichen Sonnenscheindauer. Im Jahr 1973 betrug sie ca. 2000 Stunden.

Dazu kommt noch, daß gerade der Wiener Raum eine große Wind-

häufigkeit aufweist und somit die Evapotranspiration gesteigert wird. Der Versuch ist in zwei Teile gegliedert, wobei ein Teil mit Düngermengen versorgt wird, die 20 g Rein-N/m² und Jahr entsprechen. Bei Mischdüngern wird diese Menge ohne Rücksicht auf die damit gleichzeitig ausgebrachten K₂O und P₂O₅-Gaben verabreicht. Die entsprechenden Kali und Phosphorgaben sind aus Tab. 1 ersichtlich.

Tabelle 1: Dünger für Versuchsteil 1 (gleiche N-Gabe)

Nr.	Düngemittel	Zusammensetzung N : P ₂ O ₅ : K ₂ O	Gaben /Jahr	Menge/m ² u. Jahr in Gramm	entspr. Nährstoffmenge		
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Biomull	1 : 1 : 2	2	2000	20	20	40
2	Vollhumon	3,5 : 2 : 4	2	570	20	11	22
3	Terragon Humuskorn	5 : 4,5 : 2,5	2	400	20	18	10
4	Oscornaflor	6,5 : 2,5 : 1	2	309	20	7,7	3
5	Rasendüng.m.Oscorna	10 : 5 : 1	2	200	20	10	12
6	Compo-Rasendünger	10 : 2 : 5	2	200	20	4	10
7	Rasengrün "mit"	10 : 4 : 6	2	200	20	8	12
8	Cornufera	10 : 3 : 5	2	200	20	6	10
9	Golf Lawn plus	12 : 6 : 6	2	166	20	10	5
10	Geistlich Rasendüng.	12 : 6 : 3	2	166	20	10	5
11	Supergro	14 : 4 : 4	2	141	20	5,6	5,6
12	Arena	15 : 15 : 15	2	133	20	20	20
13	Nitrophoska perman.	15 : 9 : 15	2	133	20	12	20
14	Park Rasend.m.UV	20 : 5 : 5	2	100	20	5	5
15	Rasenfloranid	20 : 5 : 8	2	100	20	5	8
16	Agrosmaragd 1230	20 : 5 : 8	2	100	20	5	8
17	Scotts-Wolf 1231	23 : 7 : 7	2	87	20	8	8
18	Wolf Olympia 1232	36 : 4 : 3	2	54	20	2,2	1,6
19	Ammonsulfat	21 : - : -	4	94	20	-	-
20	Nitramoncal	26 : - : -	4	76	20	-	-
21	Floranid	28 : - : -	2	70	20	-	-
22	Peraform	38 : - : -	2	52	20	-	-
23	Rasovital	43 : - : -	4	46	20	-	-
24	Urolinz	46 : - : -	4	44	20	-	-
25	Nitrophoska+Wurzela	15 : 9 : 15	2	133	20	12	20
26	Agrosil S+Ammonsulf.	21 : - : -	4	94	20	-	-
27	Alginure+Ammonsulf.	21 : - : -	4	94	20	-	-

Im zweiten Versuchsteil werden die Parzellen so gedüngt, wie es die Hersteller- bzw. Vertriebsfirmen empfehlen. Die dafür vorgesehenen Düngermengen, Ausbringungshäufigkeiten und dabei verabreichten Reinnährstoffmengen sind in Tab. 2 enthalten.

Tabelle 2: Dünger für Versuchsteil 2 (nach Firmenempfehlung)

Nr.	Düngemittel	Zusammensetzung N : P ₂ O ₅ : K ₂ O	Gaben /Jahr	Menge/m ² u. Jahr in Gramm	entspr. Nährstoffmenge		
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Biomull	1 : 1 : 2	2	1000	10	10	20
2	Vollhumon	3,5 : 2 : 4	1	250	8	5	10
4	Oscornaflor	6,5 : 2,5 : 1	2	240	15,6	6	2,4
5	Rasendüng.m.Oscorna	10 : 5 : 6	4	200	20	10	12
6	Compo Rasendünger	10 : 2 : 5	3	110	11	2,2	5,5
7	Rasengrün "mit"	10 : 4 : 6	2	80	8	3,2	4,8
8	Cornufera	10 : 3 : 5	3	150	15	4,5	7,5
9	Golf Lawn plus	12 : 6 : 6	1	50	6	3	3
10	Geistlich Rasendüng.	12 : 6 : 3	3	120	14,4	7,2	3,6
11	Supergro	14 : 4 : 4	3	105	14,7	4,2	4,2
12	Arena	15 : 15 : 15	1	20	3	3	3
13	Nitrophoska perman.	15 : 9 : 15	2	100	15	9	15
14	Park Rasendünger	20 : 5 : 5	2	60	12	3	3
15	Rasenfloranid	20 : 5 : 8	2	60	12	3	4,8
16	Agrosmaragd 1230	20 : 5 : 8	2	60	12	3	4,8
17	Wolf-Scotts 1231	23 : 7 : 7	2	40	5,5	2,8	2,8

Die Zahl der Rasenschnitte betrug 1973 bei allen Parzellen 16. Eine Differenzierung der Schnittanzahl nach Aufwuchshöhe ist aus arbeits-technischen Gründen nicht möglich. 1973 wurde nur 1 zusätzliche Beregnung im August durchgeführt (ca. 30 mm).

Tabelle 3: Realer Preisvergleich der Düngemittel

	Schilling je kg N	Abzug für P ₂ O ₅ , K ₂ O	Nettopreis je kg N in Schilling
Urolinz	9,5	--	9,5
Ammonsulfat	10,-	--	10,-
Nitramoncal	10,-	--	10,-
Peraform	29,-	--	29,-
Vollhumon	48,-	10,-	38,-
Nitrophoska perm.	66,-	9,8	56,-
Rasenfloranid	86,-	4,-	82,-
Floranid	89,-	--	89,-
Arena	106,-	13,-	94,-
Geistlich Rasend.	100,-	5,25	95,-
Agrosmaragd	113,-	4,-	109,-
Wolf 1232	111,-	1,3	110,-
Cornufera	120,-	4,9	115,-
Rd. m. Oscorna	128,-	7,-	121,-
Biomull	140,-	18,-	122,-
Park	127,-	3,-	124,-
Oscornaflor	135,-	3,8	131,-
Wolf 1231	151,-	1,3	150,-
Rasovital	153,-	--	153,-
Supergro	160,-	3,7	156,-
Golf	170,-	6,5	163,5
Rasengrün	375,-	6,2	369,-
Compo-Rasend.	nicht mehr erhältlich		
Terragon	nicht mehr erhältlich		

Tabelle 3 zeigt den Preisvergleich der Dünger bezogen auf 1 kg Rein-N (auf Grund der durchschnittlichen Endverbraucherpreise im Mai 1974 bei einer Abnahmemenge von ca. 50 kg Dünger). Der Abzug für P₂O₅ und K₂O ist auf der Preisbasis von Superphosphat und 40er Kalisalz berechnet.

2. Untersuchungsziele:

Wie die Erfahrung gezeigt hat, müssen Rasendüngungsversuche relativ lange Zeit laufen, um auf Grund der Bewertungskriterien Düngervergleiche anstellen zu können, weil die Wirkung oft erst nach Jahren effektiv wird.

Je mehr Bewertungskriterien datenmäßig erfaßt werden können, desto besser ist ein Vergleich anzustellen.

Bei dem vorliegenden Versuch sind wir bestrebt, folgende Daten zu erhalten:

1. Bonitierungswerte für Narbendichte, Lückigkeit, Homogenität, Aspekt
2. Krankheitsbefall
3. Trockenheits- und Kälteresistenz
4. Zuwachsraten
5. Nährstoffgehalt des Schnittgutes
6. Veränderung der Bestandeszusammensetzung
7. Wurzelentwicklung und eventuell Nährstoffgehalt der Wurzeln.

3. Bisherige Ergebnisse:

Nachdem der Versuch erst die 2. Vegetationsperiode läuft, sind die Ergebnisse verständlicherweise noch spärlich, bzw. nur mit Vorbehalt zu interpretieren, abgesehen davon, daß der Boden von vornherein eine relativ gute Nährstoffversorgung und -nachlieferung aufzuweisen hatte.

Bedingt durch die relativ schlechte Wasserversorgung war bei allen Düngern eine nur zögernd einsetzende Wirkung feststellbar, selbst bei den sonst so rasch wirkenden „landwirtschaftlichen Düngern“ wie „Nitramoncal“ und „Ammonsulfat“. Dennoch zeigten „Peraform“, „Compo Rasendünger“, „Oscornaflor“ und „Terragon Humuskorn“ einen erst wesentlich später einsetzenden Effekt gegenüber allen anderen Düngern.

Was die Nachhaltigkeit der Wirkung betrifft, muß gesagt werden, daß bisher nur geringe Unterschiede feststellbar waren, wobei aber zu bedenken ist, daß die „landwirtschaftlichen Dünger“ in 4 Gaben, die „Rasendünger“ jedoch in 2 Gaben/Jahr verabreicht worden waren.

Im Frühjahr zeigten alle gedüngten Parzellen gegenüber den ungedüngten Kontrollen einen besseren Aspekt und früheres Einsetzen der Wachstumsphase. Deutliche Unterschiede waren nur zwischen Düngern die 2-mal und jenen die 4-mal verabreicht worden waren festzustellen (siehe Tab. 1). Der letzte Streutermin der „Langzeitdünger“ war der 20. 8., der der „landwirtschaftlichen Dünger“ der 1. 10. Trotz der raschen Abbaubarkeit letzterer war ihr Effekt im Frühjahr 1974 noch wesentlich besser sichtbar als bei den „Langzeitdüngern“. Diese Erscheinung dürfte mit den sehr geringen Niederschlägen während des vergangenen Winters zusammenhängen. Durch den früheren Streutermin erhielten die „Langzeitdünger“ bis zum Frühjahr um ca. 100 mm mehr Niederschlag.

Die unterschiedliche Versorgung mit Kali und Phosphor konnte aufgrund der Bonitierungswerte nicht verfolgt werden, selbst dann nicht, wenn man die Bewertung der Trockenheitsresistenz mit einbezog. Überhaupt wurde zur Beziehung Düngung – Trockenheitsresistenz bisher folgende Beobachtung gemacht: zwar erfolgte das Eintreten von Dürreerscheinungen bei N-Düngung später als auf den ungedüngten Parzellen, permanente Trockenheitsschäden waren jedoch im Durchschnitt bei N-Düngung stärker! Darüber konnte auch die scheinbar raschere Regeneration der gedüngten Rasenflächen nach neuerlicher Wasserversorgung nicht hinwegtäuschen. Diesbezügliche Hinweise finden sich bereits bei PELLET und ROBERTS (1963).

Erschwerend für derzeitige Aussagen wirkt sich folgender Umstand aus, daß trotz relativ gleichmäßiger Bodenqualität innerhalb der Versuchsfläche, zwischen den Wiederholungen einzelner Bonituren erhebliche Abweichungen auftreten. Daraus muß geschlossen werden, daß für Düngervergleichsversuche mehr als 3 Wiederholungen anzustreben sind!

Über Nährstoffgehalte des Schnittgutes sowie der Wurzeln liegen zur Zeit noch keine Ergebnisse vor. Ebenso nicht über den Einfluß der Düngungsvarianten auf die Wurzelentwick-

lung. Es ist geplant, noch in diesem Herbst Proben zu entnehmen.

Auswirkungen der Düngung auf die Verunkrautung sind bisher noch nicht mit hoher Signifikanz feststellbar, weil zu Versuchsbeginn eine unkrautfreie Rasennarbe vorhanden war. Deutlich sichtbar hingegen ist bereits eine Änderung der Bestandeszusammensetzung und zwar in der Weise, wie sie bereits in vielen Arbeiten beschrieben wurde, daß nämlich mit zunehmender Düngung *Poa pratensis* in den Vordergrund tritt während der *Festuca*-Anteil abnimmt. Fremdgrasbesatz, namentlich mit *Poa annua* trat wegen der schlechten Wasserversorgung kaum auf.

Eine Klärung der Zusammenhänge Düngung und Kälteresistenz wird im kommenden Winter versucht werden, wobei die von P. RUCKENBAUER beschriebene Methode in entsprechender modifizierter Form zur Anwendung gelangen wird.

Für die Praxis ist neben der Wirkung der Dünger vor allem deren Streubarkeit von eminenter Bedeutung. Leider wird dieser Punkt von einigen Firmen noch immer zu wenig beachtet. Gerade für den Einsatz im kommunalen Bereich muß eine Ausbringung mit Schleuderstreuen möglich sein, um entsprechende Flächenleistungen zu erzielen. Damit im Zusammenhang steht auch die Ausbringungsmenge bei einer bestimmten Reinnährstoffmenge. In Tabelle 1 sind die Jahresdüngermengen bei 20 g N enthalten. Um mit Düngen mit weniger als 10% N entsprechende Reinnährstoffmengen auszubringen, sind Gaben erforderlich, die meist eine Beeinträchtigung des Rasenbildes hervorrufen. Aus diesem Blickwinkel sind Dünger mit mindestens 15% N und einer möglichst gleichmäßigen Körnung im Bereich 2–4 mm vorzuziehen. Grob gekörnte Dünger sind auch bei Wind noch streubar. Die gleichmäßige Ausbringung flüssiger Dünger (im Versuch nur

„Rasovital“) ist bei größeren Flächen ebenfalls schwierig. Von den im Versuch verwendeten Düngern können nur 10 die eben genannten Forderungen erfüllen.

Für die Praxis bedeutend wären auch exakte Untersuchungen bezüglich der Maximaldosen bei den einzelnen Düngern; unter welchen Umständen (Tau!) verursachen welche Düngermengen bei welchen Gräsern (Sortenunterschiede?) Verbrennungen?

Schließlich sollte bei allen Rasendüngungsfragen die Preisseite viel mehr beachtet werden, gerade dann, wenn es gilt, Großflächen zu düngen. Wie gewaltig die Preisunterschiede selbst zwischen durchaus vergleichbaren, um nicht zu sagen gleichwertigen Düngern sind, zeigt Tabelle 3.

Die Herstellerfirmen sollten im eigenen Interesse eine bessere Produktdeklaration anbieten, bevor sie dazu durch entsprechende Vorschriften gezwungen werden.

Zusammenfassung

Die in Österreich angebotenen Rasendünger werden hinsichtlich ihrer Wirkung auf einen *Poa-Festuca*-Rasen im pannonisch geprägten Klimaraum getestet.

Nachdem der Versuch erst die zweite Vegetationsperiode läuft, sind die Ergebnisse noch wenig aussagekräftig.

Es werden reale Preisvergleiche angestellt, bezogen auf 1 kg rein N in öS.

Summary

The efficacy of the lawn fertilizers which are sold in Austria are tested on a *Poa-Festuca*-lawn in a pannonic-like climate. As the test runs now the second year only we are still short of results.

Price comparisons are drawn upon 1 kg pure N in AS.

Stickstoffdüngung und Belastbarkeit von Rasenflächen

J. P. van der Horst und H. A. Kamp, Den Haag/Holland

1. Einleitung

In Heft 2/1973 der Zeitschrift „RASEN-TURF-GAZON“ wurde von J. P. van der HORST und H. A. KAMP eine Beschreibung der in Papendal laufenden Versuche gegeben. Auch wurden damals schon einige vorläufige Ergebnisse mitgeteilt.

Diese Ergebnissammlung ist im letzten Jahr abgeschlossen worden und dabei konnte aus den Beobachtungen und Schätzungen ein umfangreiches Zahlenmaterial gesammelt werden, das im folgenden bearbeitet wird.

Wie in Heft 2/1973 von RASEN-TURF-GAZON erwähnt, haben alle niederländischen Grasszüchter ihre eigenen Rassenlistenmischungen für Versuche eingesandt, denen außerdem noch einige alte und neue Mischungen hinzugefügt wurden. Im einzelnen sind die Zusammensetzungen dem obenerwähnten Aufsatz zu entnehmen. Dort wurden auch die Behandlungen in einer zusammenfassenden Tabelle angegeben. *)

2. Versuchsbeschreibung

Die ursprüngliche Versuchsanordnung ist der Darst. 1 zu entnehmen. Mit Rücksicht auf die Ergebnisse hinsichtlich des Trockenwurzelgewichtes in den Stickstoffstufen noch vor der Bewalzung (siehe RASEN-TURF-GAZON 2/73), wurde die Stickstoffmenge in folgender Weise anfang 73 reduziert:

200 kg N → 100 kg N

300 kg N → 200 kg N

400 kg N → 300 kg N

Die Ergebnisse haben inzwischen bewiesen, daß diese Änderung richtig war, insbesondere für die bewalzten Parzellen.

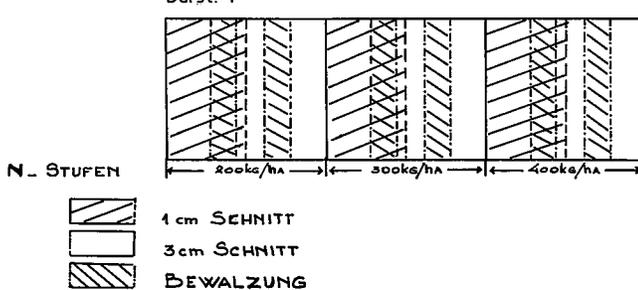
Zur Untermauerung der visuellen Beobachtungen wurden neben den bekannten Werten hinsichtlich der Bodenzusammensetzung und der Düngungsverhältnisse eine Reihe zusätzlicher Daten gesammelt:

2.1. Meteorologische Daten

Die wesentlichen Witterungselemente wurden täglich registriert, so daß Temperatur, Sonnenscheindauer, Niederschlag, Luftfeuchtigkeit, Wind-

*) Einige der Mischungen, die als neu vermerkt wurden, sind jetzt in der Rassenliste als SV6, und zwar mit der Zusammensetzung 90% *Poa pratensis* und 10% *Phleum pratense* oder *Phleum nodosum* aufgenommen worden.

Darst. 1



richtung und Windstärke sowie Bodentemperatur in Tiefen von 0,05 – 0,10 – 0,20 – 0,50 und 1,00 m bekannt sind.

Einige dieser Daten sind in Darstellung 2 zusammengefaßt worden.

2.2. Trockenwurzelgewicht

Sowohl auf dem nicht bewalzten als auch auf dem bewalzten Teil der Versuche wurden für die wichtigsten Sportfeldmischungen Feststellungen des Trockenwurzelgewichtes in der in RASEN-TURF-GAZON 4/1970 beschriebenen Weise durchgeführt.

2.3. Schätzung des Grasbestandes

Vom Grasbestand wurden Schätzungen der Narbendichte und der verschiedenen vorhandenen Grasarten sowie der eingetretenen Verunreinigungen gemacht, d. h. auch von Unkräutern und/oder *Poa annua*.

2.4. Witterungsverhältnisse

2.4.1. Niederschlag

Von der Ansaat im Jahre 1971 an war das Versuchsfeld, mit Ausnahme der Wachstumsaison 1972, der Trockenheit unterworfen, was deutlich in der Darstellung des Regenfalles über die Periode vom 1. 9. 1971 bis 1. 6. 1974 zum Ausdruck kommt.

Aber sogar 1972 gab es in Wirklichkeit nur im Frühsommer einen Regenüberschuß, da das Maximum vom Juli 1972 durch einen Regenguß entstand, bei dem in wenigen Stunden 44 mm registriert wurden. Infolge der verhältnismäßig trockenen Winter und ferner wegen des sehr frühzeitigen Einstellens des Fußballprogramms, das auch die Durchführung der Bewalzungsgänge an dem auf einen Spieltag folgenden Montag bestimmt, wurde die Rasennarbe nicht übermäßig belastet.

2.4.2. Temperatur

Die Temperaturkurve zeigt im Vergleich zu den langjährigen Durchschnittstemperaturen ein ziemlich normales Bild. Der Winter 1971/72 und das Frühjahr 1973 waren ziemlich kalt, der Winter 1973/74 aber sehr mild.

2.4.3. Sonnenschein

Die Sonnenscheindauer in Stunden war im Durchschnitt der Versuchsperiode etwas niedriger als normal. Sehr trübe war der Sommer 1972 und, wenn auch etwas weniger, die Winter 1971/72 und 1972/73.

3. Ergebnisse

Die gewonnenen Ergebnisse wurden zu Darstellungen verarbeitet, die anschließend in den Text aufgenommen werden. Der Deutlichkeit halber wurde die Anzahl der behandelten Mischungen, die in diesen Bericht aufgenommen wurden, beschränkt. Für alle 60 ausgesäten Mischungen sind jedoch dieselben Einzelheiten ermittelt worden.

3.1. Mischung SV1

SV1 ist die erste Sportfeldmischung, die in der Niederländischen Rassenliste erschienen ist. Es handelt sich um eine Mischung, die noch viel Straußgras und Rotschwengel enthielt, aber kein Timothee, und welche zwecks Vergleich mit den neuen Sportfeldmischungen in den Versuch mit aufgenommen wurde.

In den folgenden Darstellungen werden zur Signatur die nachstehenden Abkürzungen verwendet:

Lp = Lolium perenne	= Deutsches Weidelgras
Pp = Poa pratensis	= Wiesen-Rispengras
Fr = Festuca rubra	= Rotschwengel
Fo = Festuca ovina	= Schafschwengel
Phl = Phleum pratense	= Timothee
Phno = Phleum nodosum	= Kleines Timothee
At = Agrostis tenuis	= Straußgras
On = Verunreinigungen, d. h. oft überwiegend Poa annua und dazu Unkräuter.	

In den Darstellungen bedeuten:

Vertical:

0-100 = prozentuale Verteilung

Horizontal:

1. Kolumne-Zusammensetzung der Ansaatmischung; 2., 3., 4. Kolumne-Zusammensetzung der Ansaat im Frühjahr 1974 bei 100, 200 und 300 kg Reinstickstoff pro ha.

Für die Narbendichte gilt die Ansaat als 100%, während die weitergeführten Linien die Narbendichte für „Bewalzt“ und „Unbewalzt“ bei den verschiedenen Stickstoffstufen angeben.

Die Darstellung 3 zeigt deutlich die Problematik dieser Mischung, indem das Straußgras stark die Oberhand gewinnt, wenn es nicht bewalzt wird. Sofern aber bewalzt wurde, so bleiben nur noch Lolium perenne und Poa pratensis übrig. Die Tatsache, daß die höchste N-Stufe die beste Narbendichte unter Bewalzung aufweist, ist auf die hohe Anfangsdüngung zurückzuführen, wodurch Straußgras und Rotschwengel weniger dominieren konnten. Dadurch erhielten sich Lolium perenne und Poa pratensis gut aufrecht und bildeten auch schließlich zusammen im wesentlichen die Narbe aus.

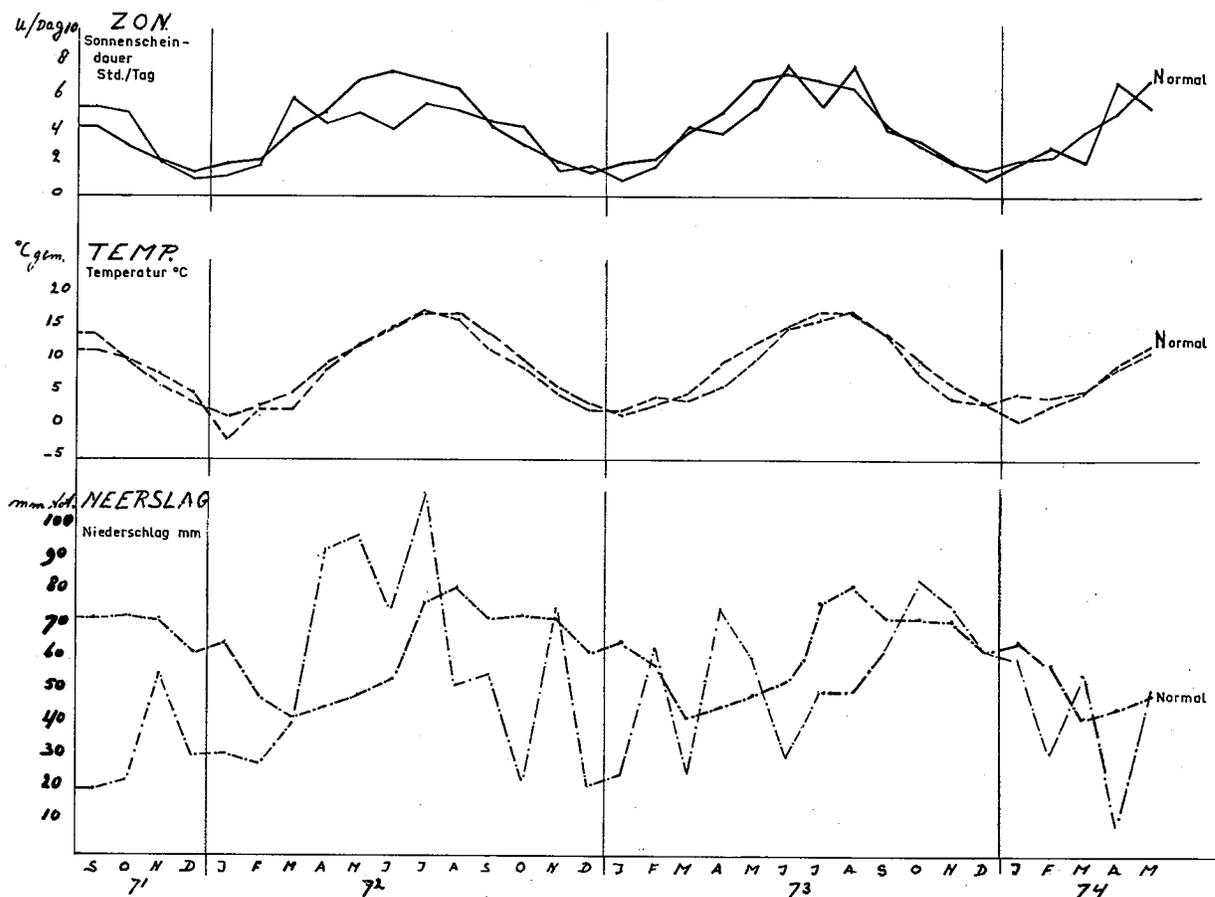
3.2. Mischung SV4

SV4 ist momentan die für Sportfelder am meisten verwendete Mischung. Aus diesem Grunde und unter Berücksichtigung der Sortenverschiedenheiten sind hier 3 Zusammensetzungen aufgenommen worden (Darst. 4-6).

Aus diesen Darstellungen geht hervor, daß Lolium perenne, obwohl es bei der Ansaat im Prozentsatz nur die Hälfte der Quantität von Poa pratensis einnahm, schließlich doch überwog, besonders in den bewalzten Teilen. Ohne Bewalzung spielt besonders bei den niedrigen N-Stufen Timothee noch eine wichtige Rolle, bei Bewalzung geht es jedoch stark zurück.

Weiterhin bestehen Unterschiede in der Konkurrenzfähigkeit verschiedener Grasarten und -sorten. So erweist sich Manhatten unter Bewalzung sogar beider niedrigsten Stickstoffstufe als sehr aggressiv. Unkräuter und Poa annua kommen in der in Darstellung 6 ausgewerteten Mischung überhaupt nicht vor, während bei der Sorte Compas (Darst. 5) sowohl unter Bewalzung als auch unter nicht bewalzt 15 bis 20% an Fremdarten in den verschiedenen Stufen vorhanden ist. Als allgemeine Tendenz bedeutet aber mehr Stickstoff mehr Lolium perenne, in vielen Fällen aber auch mehr Poa annua.

Darst. 2



Darst. 3

MENGSEL:

SV 1.

SAMENSTELLING:

20% Lp - Lamora
20% Pp - Arista.
40% Fr - 26 Highlight
20 Oase
20% At - Growtop.

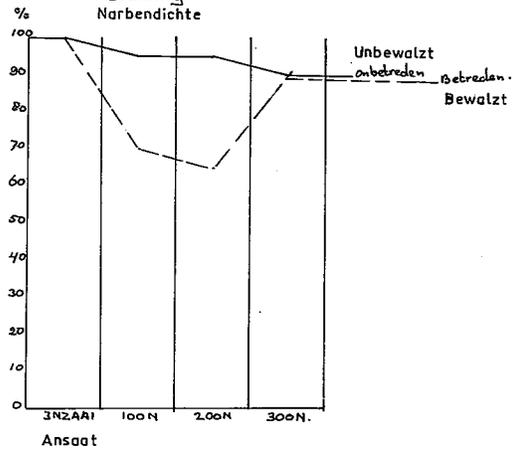
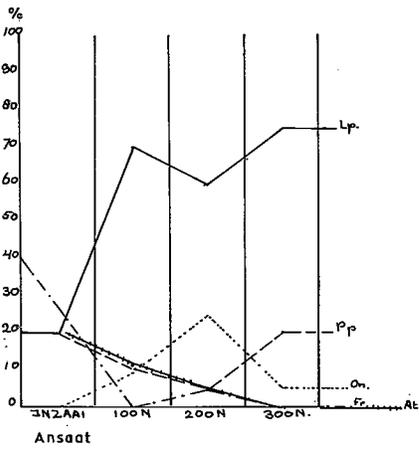
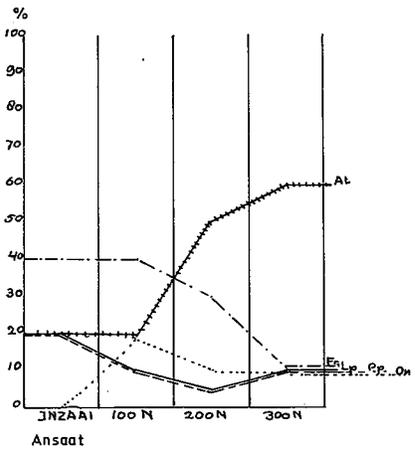
Mischung:

Zusammensetzung:

Samenstellung ~~bet~~ Onbetreden
Narbenzusammensetzung - Unbewalzt

Samenstellung ~~bet~~ Betreden.
Narbenzusammensetzung - Bewalzt

Bezetting
Narbenlichte



Darst. 4

MENGSEL:

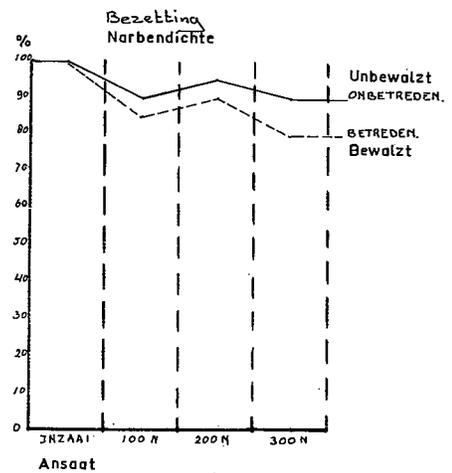
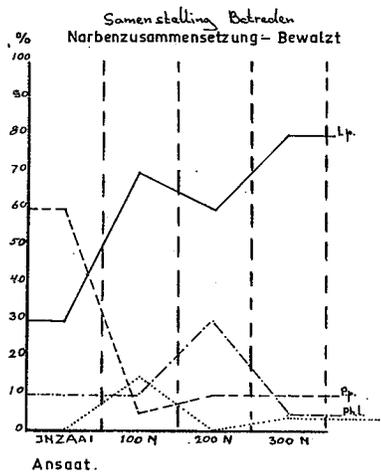
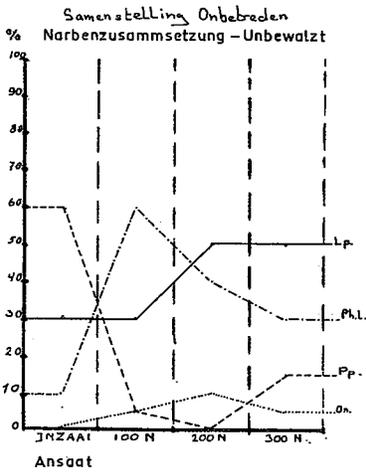
SV 4.

SAMENSTELLING:

30% Lp - Pelb
60% Pp - 30 Merion
20 Daron
10 Monopoly
10% PhL - 5 S 50
5 King

Mischung:

Zusammensetzung:



MENGSEL:

SV 4

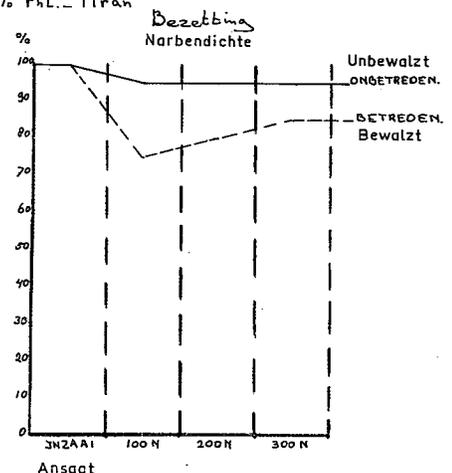
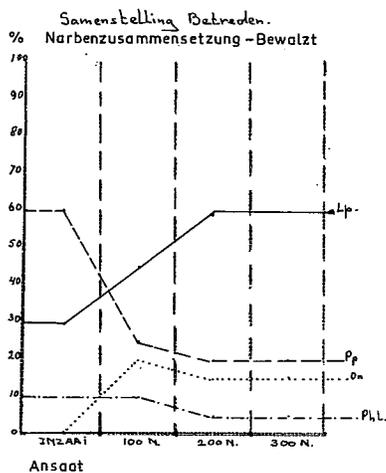
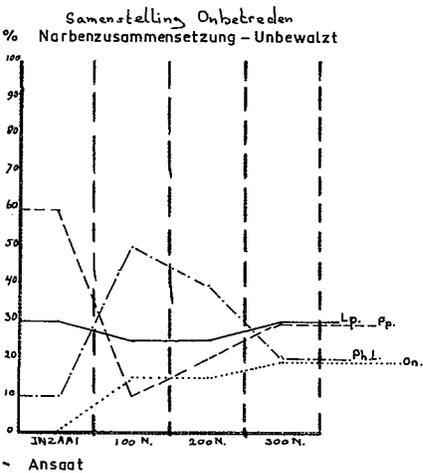
Darst. 5

SAMENSTELLING:

60% Pp - Merion.
30% Lp - Compas.
10% PhL - Tiran

Mischung:

Zusammensetzung:



MENGSEL:

SV.4

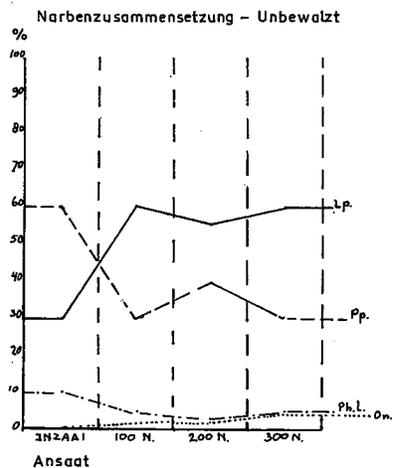
SAMENSTELLUNG:

Zusammensetzung:

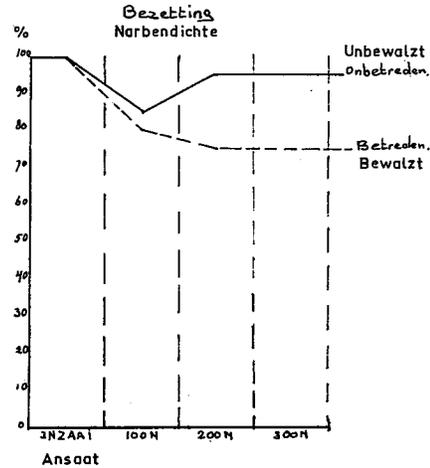
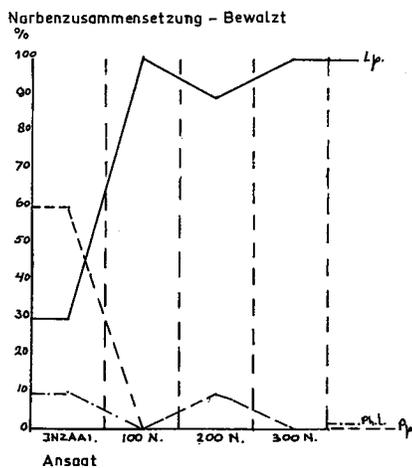
60% Pp. - 30 Merion
20 Baron
10 Manopoly
30% Lp - Manhattan
10% P.L. - 5 S.50
5 King

Mischung:

Samenstellung Onbetreden



Samenstellung Betreden



Darst. 7

MENGSEL:

SV.5

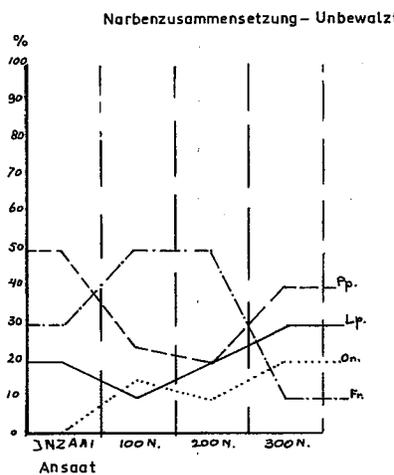
SAMENSTELLUNG:

Zusammensetzung:

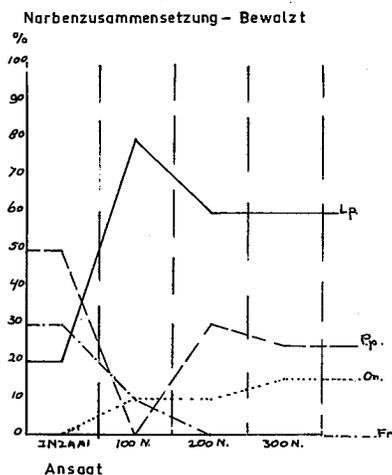
50% Pp. - Merion
20% Lp - Compas
30% Fr. - 20 Novorubra
10 Highlight.

Mischung:

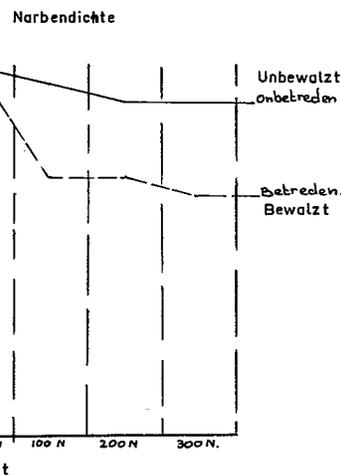
Samenstellung Onbetreden



Samenstellung Betreden



Bezetting



Darst. 8

MENGSEL:

SV.5

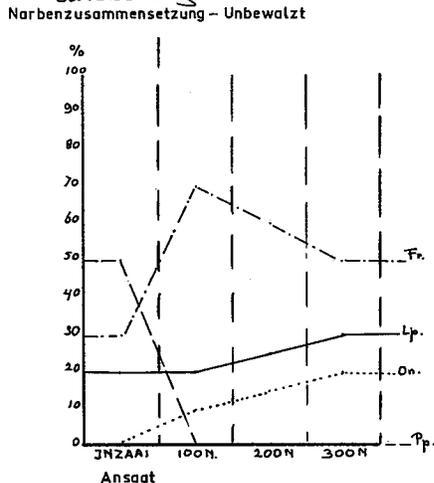
SAMENSTELLUNG:

Zusammensetzung:

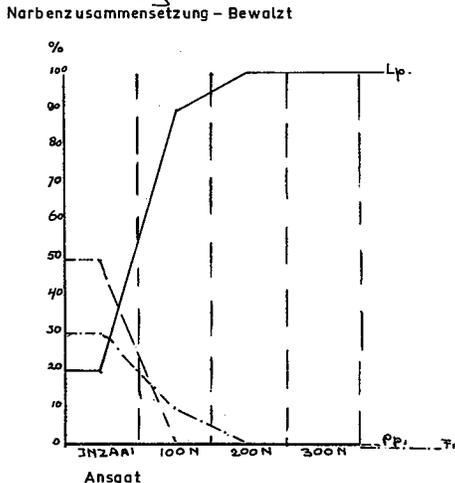
50% Pp. - Captan
20% Lp - Senperweide
30% Fr. - 20 Garcia - Fr.
10 Famasa - Fr.

Mischung:

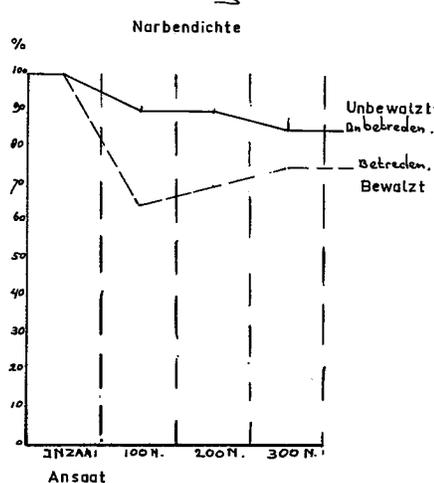
Samenstellung Onbetreden



Samenstellung Betreden



Bezetting



MENGSEL:

Darst. 9
SAMENSTELLING:

SV. 6.

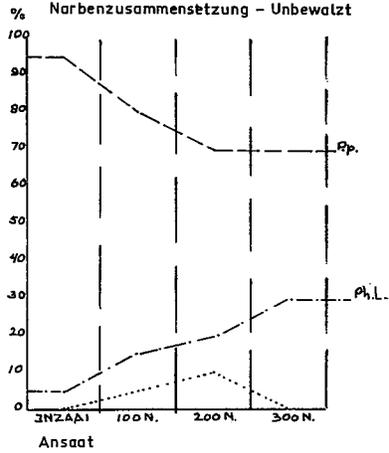
95% Pp. - Monopoly
Fylking
Merion

Mischung:

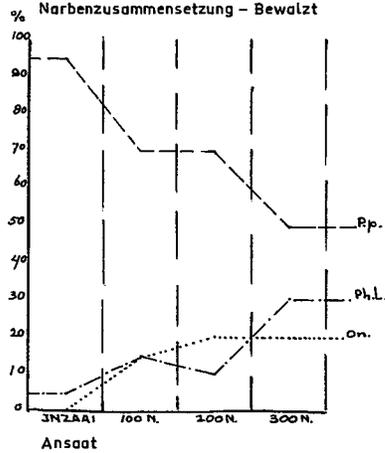
Zusammensetzung:

5% Ph.L. - S50

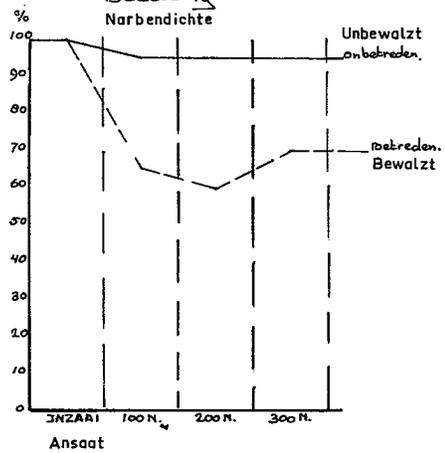
Samenstellung Onbetreden
Narbenzusammensetzung - Unbewalzt



Samenstellung Betreden
Narbenzusammensetzung - Bewalzt



Bezetting
Narbendichte



MENGSEL:

Darst. 10
SAMENSTELLING:

SV. 6.

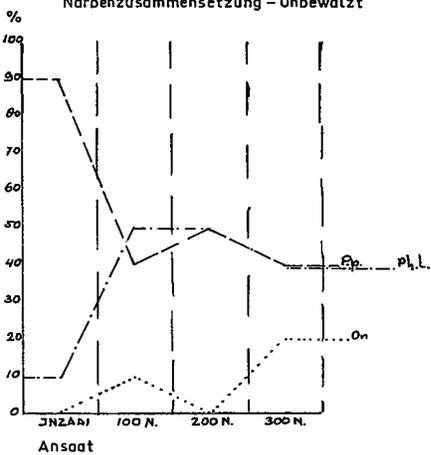
90% Pp. - Merion.

Mischung:

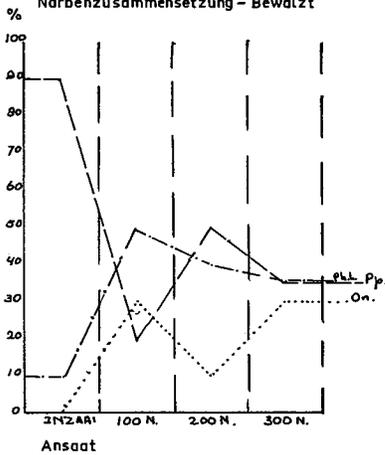
Zusammensetzung:

10% Ph.L. - S.50.

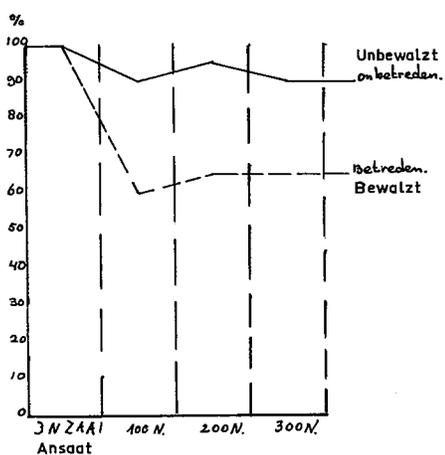
Samenstellung Onbetreden
Narbenzusammensetzung - Unbewalzt



Samenstellung Betreden.
Narbenzusammensetzung - Bewalzt



Bezetting
Narbendichte



MENGSEL:

Darst. 11
SAMENSTELLING:

SV. 6.

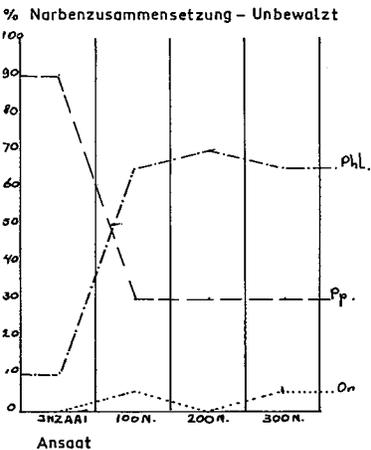
90% Pp. - 40 Fylking
25 Merion
25 Sydport

Mischung:

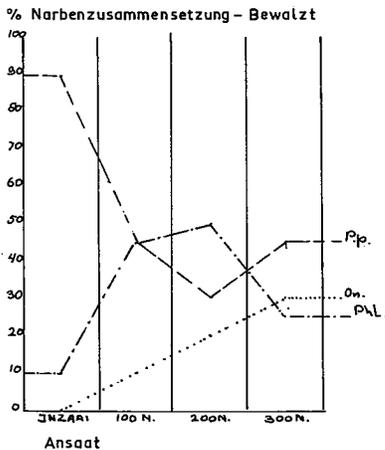
Zusammensetzung:

10% Ph.L. - S.50

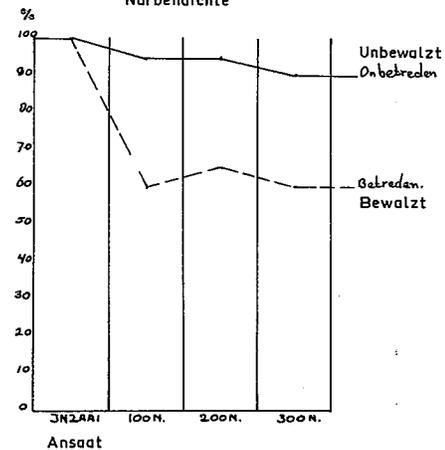
Samenstellung Onbetreden
Narbenzusammensetzung - Unbewalzt



Samenstellung Betreden.
Narbenzusammensetzung - Bewalzt



Bezetting
Narbendichte



MENGSEL:

SAMENSTELLING:

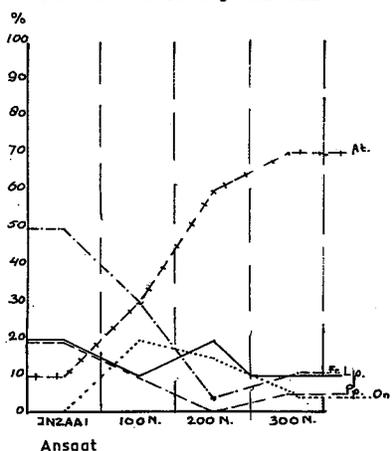
R 1.

Mischung:

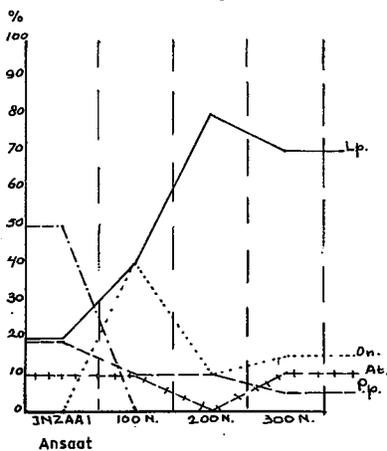
Zusammensetzung:

20% Lp. - Manhattan
20% Fr. - Fylking
50% Fr. - 20 Barak
20% Fr. - 20 Dase
10% Hightlight
10% At. - Tracenta.

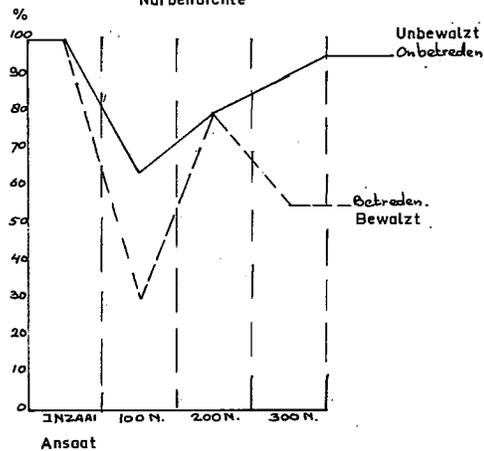
Samenstellung Onbetreden
Narbenzusammensetzung - Unbewalzt



Samenstellung Betreden
Narbenzusammensetzung - Bewalzt



Bezetting
Narbendichte



Darst. 13

MENGSEL:

SAMENSTELLING:

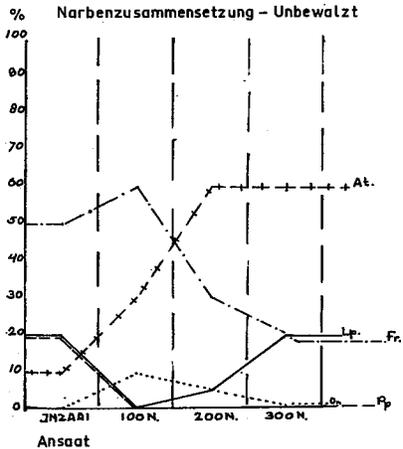
R 1.

Mischung:

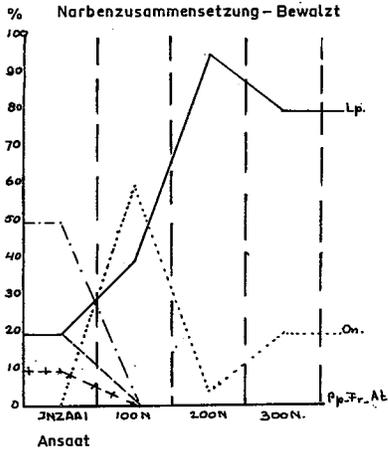
Zusammensetzung:

30% Fr - 20 Gracia.
10 Fansa
20% Lp - Semperweide
20% Pp - Capitan
20% Fo - Renova.
10% At - Contrast.

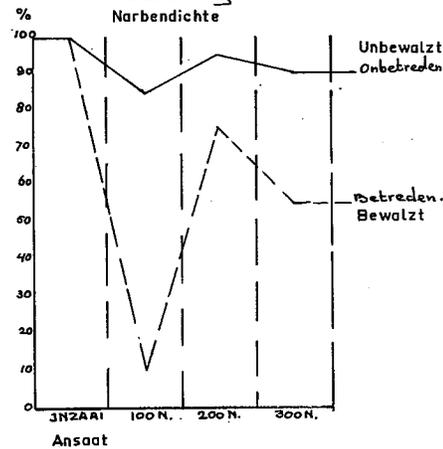
Samenstellung Onbetreden
Narbenzusammensetzung - Unbewalzt



Samenstellung Betreden
Narbenzusammensetzung - Bewalzt



Bezetting
Narbendichte



Darst. 14

MENGSEL:

SAMENSTELLING:

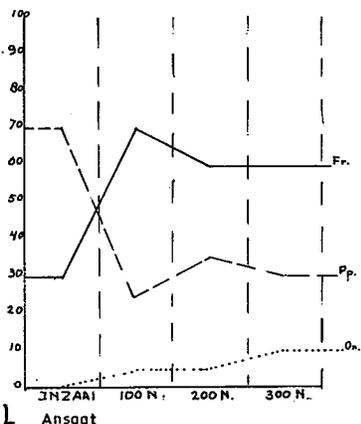
GZ.8.

Mischung:

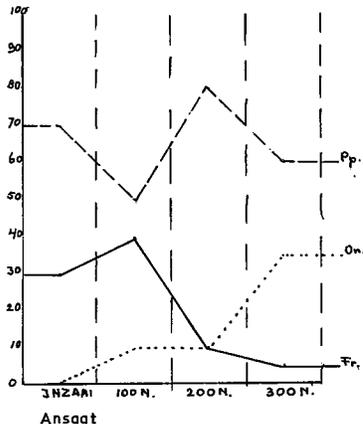
Zusammensetzung:

70% Pp - Fylking
15% Fr. - Dase
15% Fr. - Hightlight

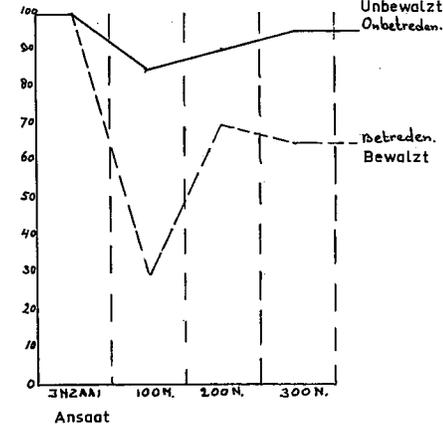
Samenstellung Onbetreden
Narbenzusammensetzung - Unbewalzt



Samenstellung Betreden
Narbenzusammensetzung - Bewalzt



Bezetting
Narbendichte



Darst. 15

MENGSEL:

GZ. 8.

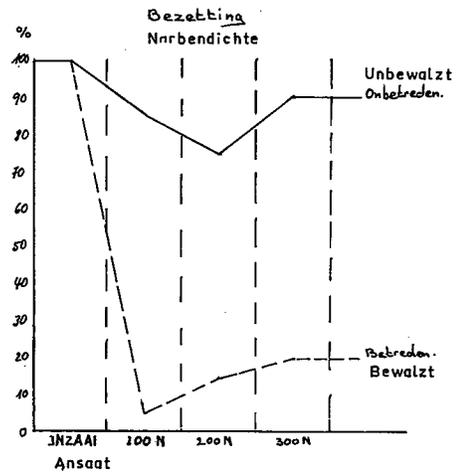
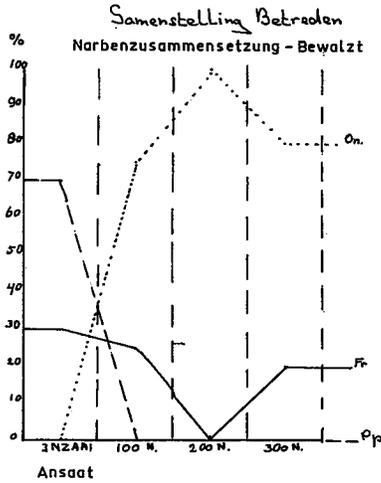
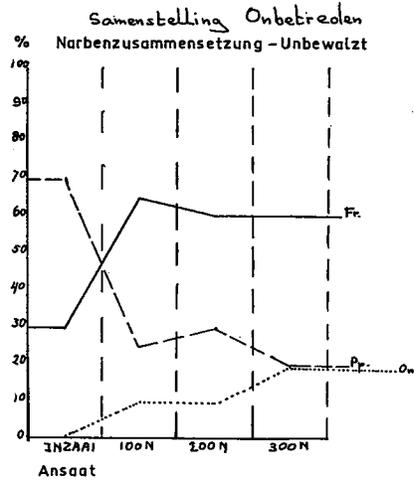
Samenstellung:

70% Pp. - Aristo

15% Fr. - Oase

Zusammensetzung: 15% Fr. - Highlight

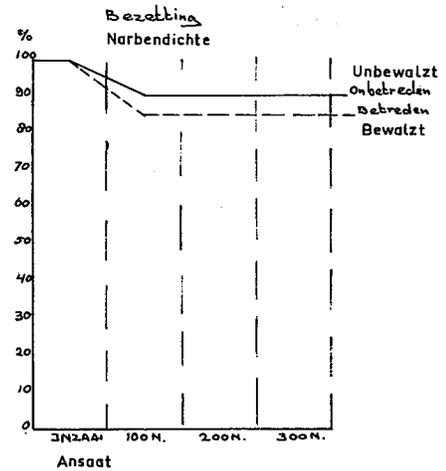
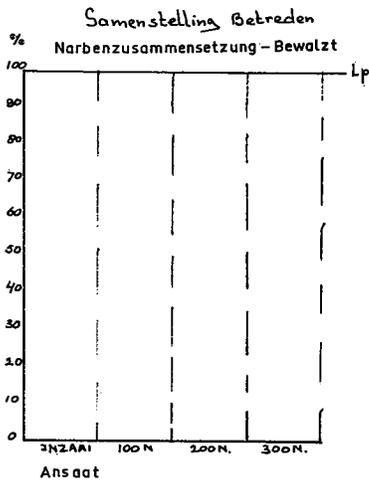
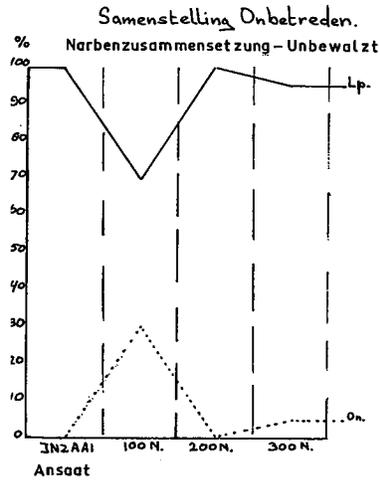
Mischung:



Darst. 16

SAMENSTELLUNG:

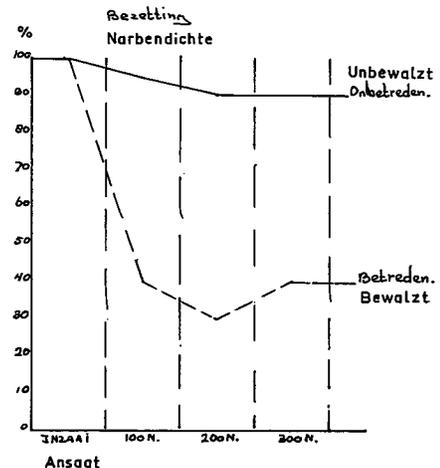
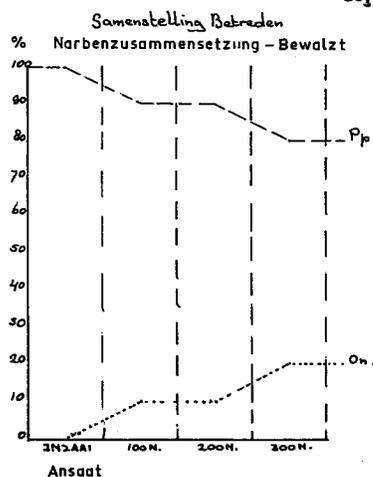
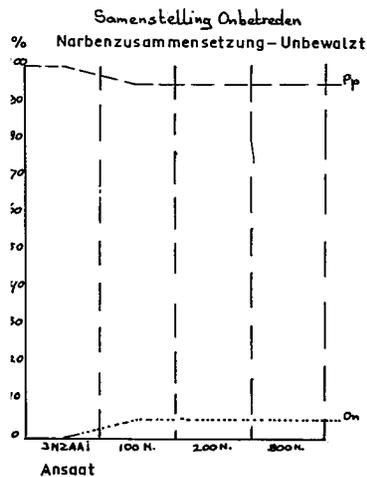
Zusammensetzung: 100% Lp. - Manhattan.



Darst. 17

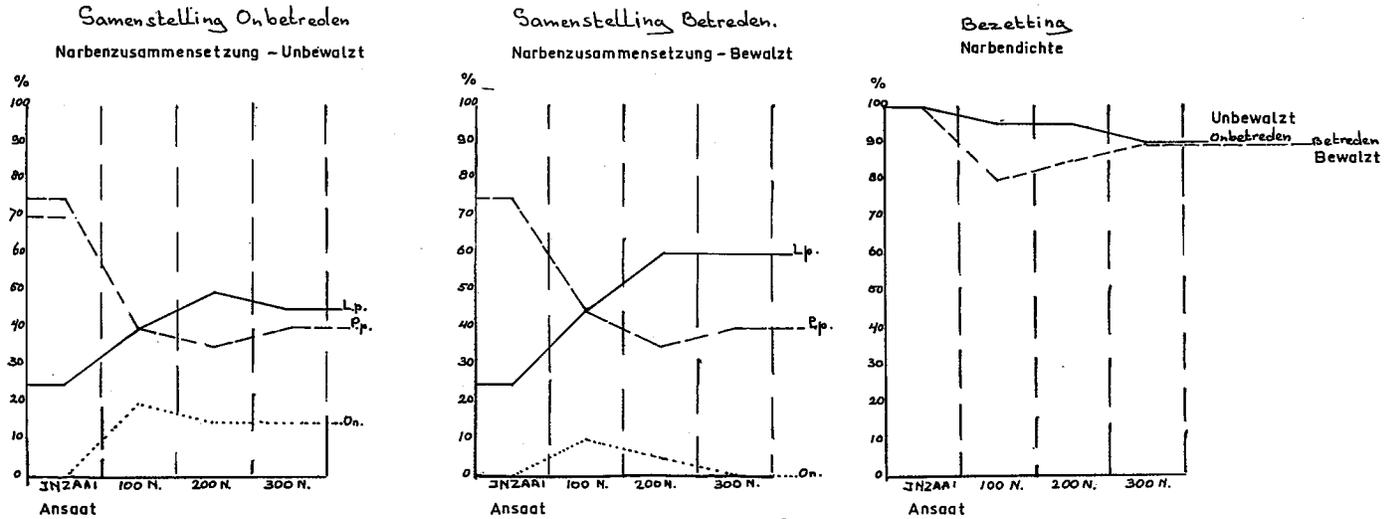
SAMENSTELLUNG:

Zusammensetzung: 100% Pp. - 33 1/3 MERION
33 1/3 FYLKING
33 1/3 MONOPOLY



SAMENSTELLUNG:

Zusammensetzung: 75% Pp - Baron, 25% Lp - Manhattan.



3.3. Mischung SV5

Die Darstellungen 7 und 8 zeigen deutlich die Belastungsresistenz von Rotschwengel in den bewalzten Streifen, was durch eine hohe N-Düngung noch stimuliert wird, obwohl auch die Sortenwahl des Wiesenrispengrases deutliche Unterschiede ergibt (in Darst. 8 = Captan, in Darst. 7 = Merion). Im allgemeinen ist die Belastungsresistenz der Mischung SV5 dennoch geringer als von SV4, da die Narbendichte bei SV5 unter Bewalzung durchschnittlich bei 70% im Vergleich zu 80% bei SV4 lag.

3.4. Mischung mit sehr hohem Wiesenrispenanteil (SV6 und Ähnliche)

SV6 ist eine Mischung, die besonders für Hockeyplätze geeignet ist. Der hohe Prozentsatz an Wiesenrispengras und das Fortlassen von Deutschem Weidelgras in dieser Mischung sollte eine dichte, flache Grasnarbe ohne Horst- bzw. Blütenbildung bewirken (Darst. 9-11).

Das merkwürdige in dieser Mischung ist die Zunahme von Timothee vor allem in dem unbewalzten Teil, während im

bewalzten Teil die Zunahme von Verunreinigungen, hauptsächlich *Poa annua*, beim Steigern der Stickstoffdüngung auffällt. Unter Berücksichtigung der Narbendichte und des Prozentsatzes an Verunreinigungen, scheint die durchgeführte Bewalzung für diese Mischungen zu intensiv gewesen zu sein.

3.5. Mischung R1

Die Rekreationsmischung R1 ist in mancher Hinsicht der alten Sportfeldmischung SV1 ähnlich. Diese Mischung wurde so zusammengesetzt, daß sie sich mehr oder weniger an Pflege und Benutzung anpassen kann. Aus Darstellung 12 und 13 geht sehr deutlich hervor, daß eine geringe Düngung ernstliche Folgen für die Belastungsresistenz hat. Besonders in dieser Mischung erweist sich die Stufe mit 200 kg an Réin-Stickstoff pro ha als die günstigste. Bei diesem Düngungsniveau ist die Narbendichte am größten (75-80%), der Prozentsatz an Verunreinigungen am niedrigsten, (5-10%).

3.6. Mischung G.Z. 8

Diese Mischung ist in die Rassenliste als Rasenmischung speziell für intensiv betretene Rasen, wie Spielrasen, aufgenommen worden.

Obwohl diese Mischung nicht direkt von großer Wichtigkeit im Rahmen des Sportes ist, kommt hier doch die Bedeutung einer richtigen Sortenwahl zum Ausdruck. Wenn auch die Differenzen im unbewalzten Teil nur noch klein sind, sprechen die Ergebnisse der Darstellungen 14 und 15 für den bewalzten Teil doch für sich. Auch hier stellt sich die N-Stufe 200 als die beste heraus.

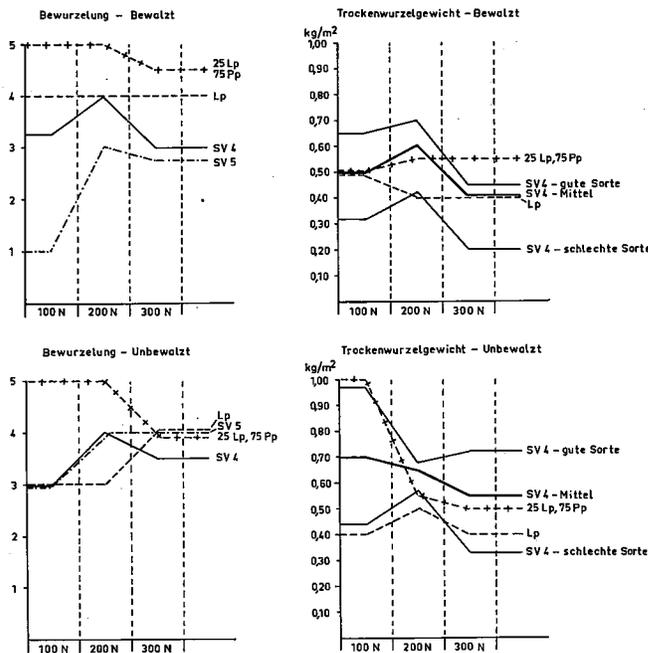
3.7. Lolium perenne-Monokultur und Poa pratensis-Monokultur

Zum Vergleich wurden in den Mischungsversuch einige Monokulturen aufgenommen. Die Ergebnisse sind so, daß eine Veröffentlichung in dieser Zeitschrift gerechtfertigt erscheint. Die Darstellungen 16 und 17 zeigen die Belastungsresistenz von Deutschem Weidelgras im Vergleich zu Wiesenrispengras. Als Randbemerkung zu den eindeutigen Darstellungen muß allerdings gesagt werden, daß die 100 N und die 200 N-Stufe von Manhattan sowohl im Herbst 1973 als auch derzeit ein nicht so gutes Bild ergeben. Als Ursache ist auf häufiges Vorkommen von *Corticium fuciforme* zu verweisen.

3.8. N.S.F. Mischung

In dieser Mischung wurde die SV4-Mischung etwas weiter ausgebaut, d. h. es wurde auf Timothee verzichtet und das stark überwiegende Deutsche Weidelgras wurde bis auf ein Drittel der Quantität von Wiesenrispengras reduziert. Diese Mischung war, was die visuelle Beurteilung angeht,

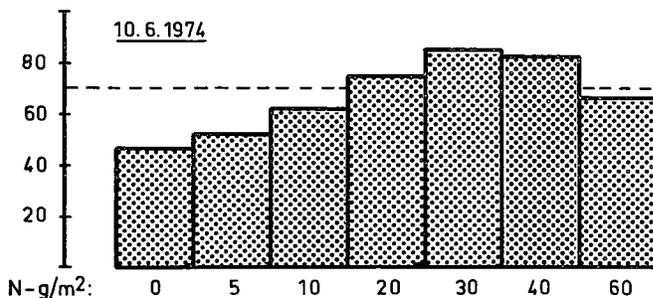
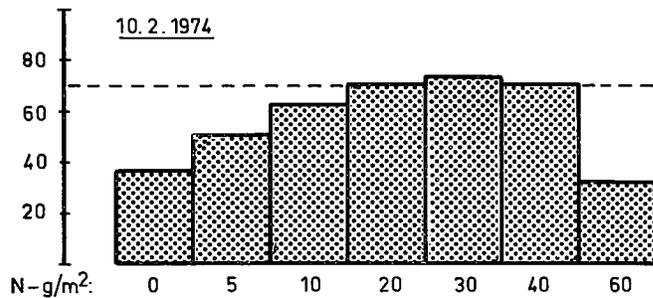
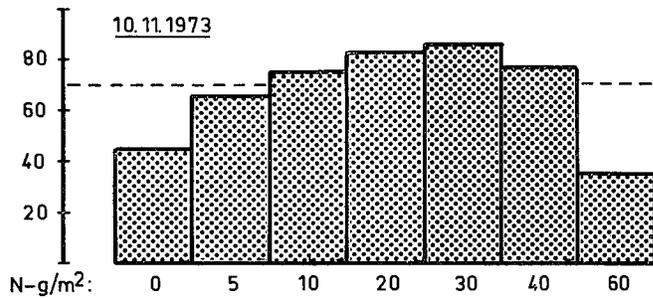
Darst. 19



immer die beste. Möglicherweise hat man hier ein richtiges Verhältnis zwischen Deutschem Weidelgras und Wiesenrispengras gefunden, obwohl man natürlich die Sortendifferenzen nicht außeracht lassen darf (Darst. 18).

Darst. 20

N-Steigerung und Narbendichte (%) bei Sportfeldrasen unter Stollenbelastung



Standort: Leihgestern b. Giessen

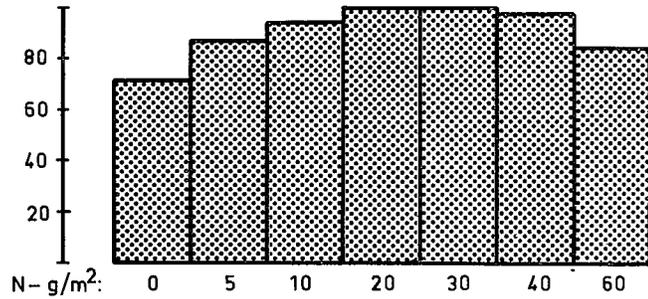
Darst. 21

N-Steigerung und Narbendichte (%) bei verschiedenen Rasentypen

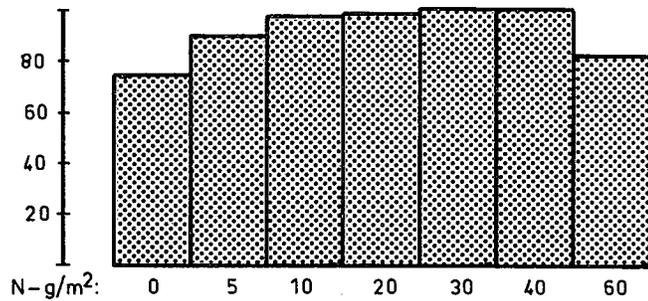
- ohne Stollenbewalzung -

Aussaat am: 22.4.1970
Bonitierung: 1974

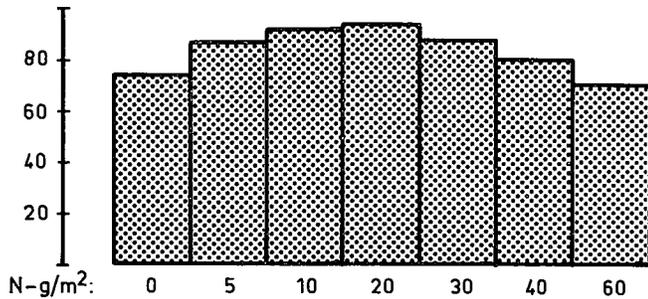
Sportfeldrasen



Gebrauchsrasen



Zierrasen

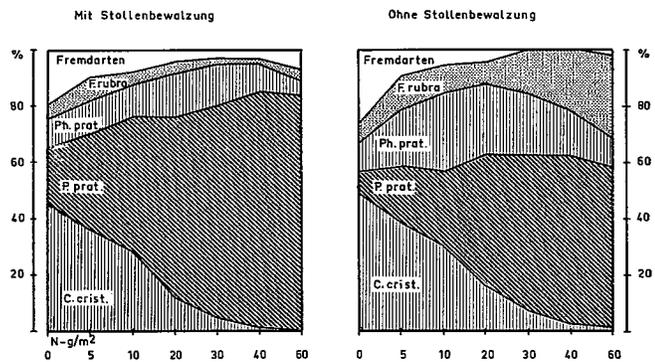


Standort: Leihgestern b. Giessen

Darst. 22

Narbenzusammensetzung bei N-Steigerung zu Sportfeldrasen

- Aufnahme Juni 1974 -



Standort: Leihgestern b. Giessen

4. Zusammenfassung

Aus der Vielzahl der bei Bewalzung von verschiedenen Mischungen und Reinsaaten bei N-Steigerung gewonnenen Daten konnte nur einiges erwähnt werden. Zusammenfassend kann man feststellen, daß die N-Düngung einen deutlichen Einfluß auf Zusammensetzung, Narbendichte und Belastungsresistenz hat.

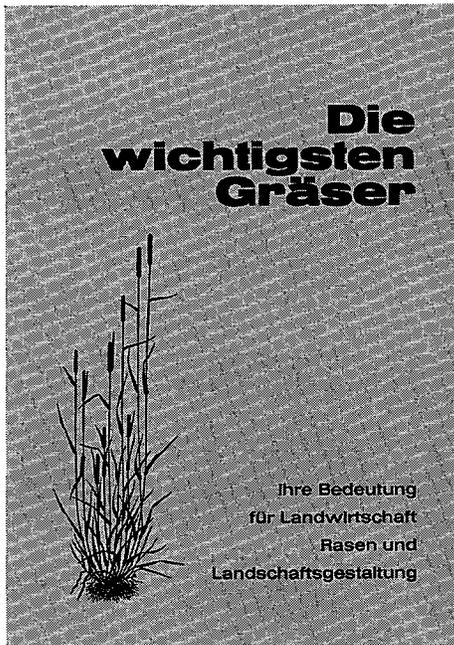
Sowohl aus der visuellen Beurteilung wie auch aus der Feststellung des absoluten Wurzelgewichtes geht hervor, daß unter den niederländischen Umständen eine Gabe von 200 kg Rein-Stickstoff pro ha beim Optimum liegt (Darst. 19). Dabei ist allerdings die nicht normale Trockenheit der Versuchsperiode zu berücksichtigen.

Diese Ergebnisse entsprechen im Prinzip auch den Daten, die von W. SKIRDE bei noch weiter gestaffelter N-Düngung an dem ökologisch anders gearteten Versuchsstandort Leihgestern bei Gießen gewonnen wurden (Darst. 20–22).

Summary

From the great number of dates gained by rolling of different mixture seedings and pure seedings at nitrogen increase, could only be mentioned something. Comprehensively, one can say that the nitrogen fertilizing has a clear influence on composition, density of the sward and resistance to wear. Both, from the visual opinion and the statement of the absolute weight of roots it results that in the Dutch conditions an amount of 200 kg pure nitrogen per hectare at the optimum lies. (Figure 19). At that, it is of course to consider the abnormal dryness in the period of experiment.

These results correspond in principle also to the dates, which W. Skirde gained at further graduate nitrogen fertilizing at the ecological different qualified location of experiment in Leihgestern near Gießen (Figure 20–22).



Herausgegeben von Dr. Walter Fischer, Hamburg, und Dr. Ernst Lütke Entrup, Lippstadt, ca. 120 Seiten mit 34 vierfarbigen Tafeln und zahlreichen weiteren Abbildungen. Preis je Exemplar DM 18,—.

NOCH LIEFERBAR!

Ein Buch über die Bedeutung der wichtigsten Gräser für Landwirtschaft, Rasen und Landschaftsgestaltung.

Die Kenntnisse der Gräser ist wichtig für den Landwirt, den Gärtner und alle, die mit Anlage und Pflege von Rasen zu tun haben.

Dieser Gräseratlas vermittelt durch naturgetreue vierfarbige Bilder und Beschreibung der Merkmale vieles darüber. Außerdem wird besprochen, was über Wachstumsbedingungen, Produktion und Verwendung von Grassaaten, Bekämpfung unerwünschter Arten wissenschaftlich ist.

Aus der ersten 1958 erschienenen Auflage sind die hervorragenden Abbildungen nach Aquarellen von Ursula Jacobsen-Lorenzen übernommen. Der Text ist völlig neu bearbeitet und um die von Dr. Lütke Entrup behandelten Kapitel (II. Teil) erweitert.

Zu beziehen durch:

Hortus Verlag GmbH

53 BN - Bad Godesberg 1 · Telefon 0 22 21 / 35 30 30
Rheinallee 4 b · Postfach 550

Zur Problematik der Wasserbewegung im Schichtaufbau von Rasensportflächen *)

W. Skirde, Gießen

Jede Rasenfläche stellt ein mehrschichtiges System dar. Es besteht wenigstens aus 2 Schichten, z. B. aus Boden und Rasendecke bei den üblichen Zier- und Gebrauchsrasenanlagen, die keiner stärkeren Belastung unterliegen, dagegen aus 4 Schichten bei Sportfeldaufbauten mit undurchlässigem Baugrund. Diese Schichten sind dann

- * der Baugrund, Untergrund oder Unterbau,
- * die Dränschicht,
- * die Rasentragschicht und
- * die Rasendecke.

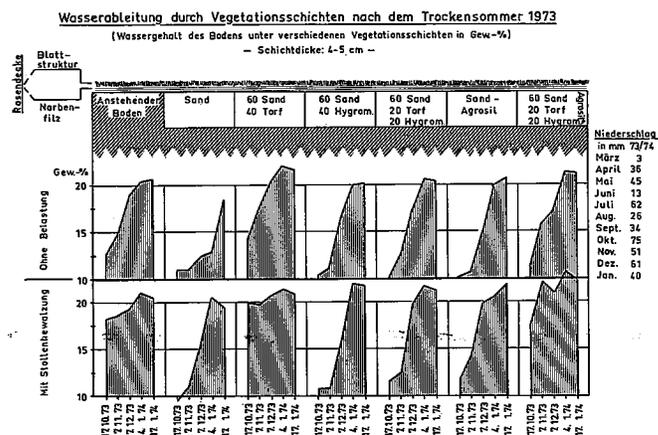
Mit jeder Schicht aber, die in ihrer Korngrößenverteilung = Porengrößenverteilung funktionsabhängig mehr oder weniger stark von anderen Schichten abweicht, kompliziert sich der Wirkungsmechanismus des Systems Rasensportfläche, der die Ableitung des Oberflächenwassers bestimmt. Und dies um so mehr, je stärker die einzelnen Schichten im Kornaufbau differieren.

Eine für die Wasserableitung problematische Schicht ist zunächst die Rasendecke selbst. Sie kann, da sie ein feines Porensystem darstellt, stark wasserrückhaltend wirken, insbesondere dann, wenn in Trockengebieten oder infolge von Trockenjahren eine Bildung von Rasenfilz eintritt. Diese Rasenfilzbildung kann nach eigenen Messungen (Skirde, 1974) bis 20 mm betragen und im Sommer an einem Regentag Niederschläge in gleicher Menge zurückhalten, ohne daß sie in den Boden abgeleitet werden.

Am stärksten ist die Wasserrückhaltung einer verfilzten Rasendecke jedoch dann, wenn die Tragschicht zu grobporig aufgebaut ist, also überwiegend aus Grobsand besteht. In diesem Fall werden im Sommer nicht nur große Feuchtigkeitsmengen von der Rasendecke festgehalten, die später durch rasche Austrocknung verlorengehen, sondern es entstehen vornehmlich bei Winterspielbetrieb erhebliche Schwierigkeiten. Wenn die in den meisten Teilen der Bundesrepublik in den Zustand der Winterruhe eintretende Rasendecke an regnerischen Speltagen oder bei Frost im Spätherbst bzw. Winter durch Spielbetrieb zusammengepreßt und zunehmend verschliffen wird, vermag sie sich nicht wieder wie eine „lebendige“ Narbe aufzulockern, sie bleibt vielmehr „verdichtet“. Dadurch kann es in den stärksten Belastungszonen eines Rasenspielfeldes, in den Torbereichen und im Mittelfeld, bei Regen oft zu Pfützenbildungen kommen, obwohl sich unter der Rasendecke eine durchlässige Tragschicht befindet.

Auf den weniger belasteten Seitenflächen eines Rasensportfeldes zeigt sich diese Erscheinung nicht, weil die Rasendecke dort besser intakt bleibt. Auch führt die eingangs erwähnte Wasserrückhaltung einer dichten Rasendecke im Sommer kaum zu einem längeren Oberflächen-Wasserstau, da eine im Wachstumszustand sich befindliche Rasendecke einerseits wasser-aufnahmefähiger ist, andererseits Wasser durch Zuwachs und Verdunstung rasch verbraucht.

Darst. 1



*) Die Ergebnisse dieser Arbeit wurden mit freundlicher Unterstützung des Bundesinstituts für Sportwissenschaft, Fachbereich Sport- und Freizeitanlagen, Löwenich, gewonnen.

Wie sich die Zusammensetzung einer Trag- bzw. Vegetationsschicht auf die Ableitung von Oberflächenwasser auswirkt, soll an dem Beispiel eines im August 1970 angelegten Versuches erläutert werden (Darst. 1). Dieser Versuch blieb trotz extremer Trockenheit im Versuchsjahr 1973 unberechnet, so daß nicht nur die Vegetationsschichten vollkommen austrockneten, sondern auch die Rasendecke Trockenschäden ausgesetzt war. Die Versuchsanlage besteht aus folgenden Versuchsgliedern:

1. Anstehender Boden – sandiger Lehm
2. 100 Vol.-% Sand 0/3
3. 60 Vol.-% Sand 0/3 + 40 Vol.-% Fasertorf
4. 60 Vol.-% Sand 0/3 + 40 Vol.-% Hygromull
5. 60 Vol.-% Sand 0/3 + 20 Vol.-% Fasertorf + 20 Vol.-% Hygromull
6. 100 Vol.-% Sand 0/3 + 300 g/m² Agrosil
7. 60 Vol.-% Sand 0/3 + 20 Vol.-% Fasertorf + 20 Vol.-% Hygromull + 300 g/m² Agrosil

Die Schichtdicke der Parzellen aus Sand und Sandgemischen betrug 4–5 cm. Als Rasenansaat wurde eine Sportfeldmischung aus *Poa pratensis*, *Cynosurus cristatus* und *Phleum pratense* verwendet.

Die Trockenheit in der Vegetationsperiode von 1973, die auf einen gleichfalls trockenen Winter folgte, geht eindeutig aus der Niederschlagsmenge von nur 219 mm für die Monate März bis einschließlich September hervor. Erst in der zweiten Oktoberhälfte von 1973 setzten stärkere Niederschläge ein.

Unter dem Einfluß dieser zugleich durch Hitze geprägten Witterungskonstellation traten Welkeschäden zuerst bei Sand/Hygromull, dann bei reinem Sand, anschließend bei Sand/Torf/Hygromull, Sand/Agrosil sowie Sand/Torf/Hygromull/Agrosil und zuletzt bei dem anstehenden Boden sowie bei Sand/Torf auf.

Der rasche Welkeintritt der Hygromull-Parzellen dürfte auf zwei Ursachen zurückzuführen sein: einmal auf stärkeren Wasserverbrauch infolge des durch zusätzliche N-Freisetzung erhöhten Rasenzuwachses, zum anderen auf die geringe Wasserrückhaltung von Hygromull, dem nach den Untersuchungen von Penningsfeld (1974) im Vergleich zu Torf weitgehend die sog. Dosierwirkung bei der Wasserabgabe fehlt.

Die Wasserableitung in tiefere Schichten wurde genauer mit dem Einsetzen ausreichender Niederschläge beobachtet, also ab Mitte Oktober. Sie wurde, um wegen der verschiedenartigen Zusammensetzung der Vegetationsschichten vergleichbare Werte zu erhalten, durch Wassergehaltsbestimmung in dem unter den aufgetragenen Vegetationsschichten anstehenden natürlichen Boden vorgenommen. Die Entnahmetiefe der Bodenproben betrug 5–6 cm, der Abstand der Probenahme 3 bis 4 Wochen.

Die in Darst. 1 aufgezeichneten Kurvenfelder geben den Verlauf der Wassergehaltszunahme in der untersuchten Bodenschicht wieder. Daraus geht hervor, daß die Wasserableitung bei Sand/Torf und dem anstehenden Boden, gefolgt von Sand/Torf/Hygromull/Agrosil am ehesten eintrat. Sie verlief bei reinem Sand sowie bei Sand/Hygromull aber derart zögernd, daß vergleichbare Feuchtigkeitswerte im Boden erst im Januar erreicht wurden. Agrosil und Torf zu Sand bzw. Sand/Hygromull vermochte in gewissen Grenzen fördernd zu wirken.

Ferner konnten Unterschiede in der Ableitung der reichlichen Herbst- und Winterniederschläge zwischen den beiden Behandlungen der Versuchsanlage festgestellt werden, indem die Bodendurchfeuchtung unter den Vegetationsschichten bei der unbelasteten Teilfläche zögernder verlief, durch die mit regelmäßiger Stollenbewalzung verbundene Druckeinwirkung hingegen offensichtlich beschleunigt wurde.

Im ganzen kann man diesen Ergebnissen entnehmen, daß bei Rasenflächen zwei Kräfte wirksam werden müssen, um eine genügende Wasserableitung zu ermöglichen: Schwerkraft und Saugkraft.

Hierin besteht, bodenphysikalisch gesehen, der grundlegende Unterschied zwischen Tennen- und Rasenflächen. Der Aufbau einer Tennenfläche muß vornehmlich dem Prinzip der mechanischen Wasserdurchlässigkeit (= hydraulische Leitfähigkeit) entsprechen. Das bedeutet, daß bei Tennenflächen grundsätzlich grobe Poren zur raschen vertikalen Abführung des Oberflächenwassers benötigt werden. Bei dem weitaus komplizier-

teren System einer Rasenfläche ist über eine genügende mechanische Durchlässigkeit hinaus aber ein feinerer Porenaufbau erforderlich, um durch Saugkraftwirkung (= kapillare Leitfähigkeit) die Wasserrückhaltung darüber liegender Schichten im Interesse der Tragfähigkeit des gesamten Spielfeldaufbaues, insbesondere von Rasendecke und Rasentragschicht, zu brechen.

In dem in Darst. 1 wiedergegebenen Versuch war bei allen aufgebrauchten Vegetationsschichten eine hohe mechanische Wasserdurchlässigkeit (= grobe Poren) vorhanden. Es mangelte bzw. fehlte ihnen aber an genügender kapillarer Wasserleitfähigkeit, um das Niederschlagswasser aus der 3 Jahre alten, inzwischen verfilzten Rasendecke herauszuziehen, wenn in der Vegetationsschicht nicht ausreichend Fasertorf vorhanden war.

Gegenüber den ohne Torf oder torfarm zusammengesetzten Vegetationsschichten wies der anstehende Boden eine zwar zögernde, doch bessere Wasserableitung auf, da ihm Saugkräfte eigen sind. Seine hohe Wasserspeicherefähigkeit in der verdichteten Oberschicht, die die Tragfähigkeit einschränkt, verursachte bei winterlicher Stollenbewalzung allerdings große Narbenschäden.

Die für die Wasserableitung aus der Rasendecke festgestellte Notwendigkeit einer genügenden kapillaren Wasserleitfähigkeit der Vegetationsschicht- oder Tragschichtgemische gilt sinngemäß auch für die Wasserableitung aus der Rasentragschicht in die Dränschicht. Wie es die Ergebnisse von Laborversuchen der Darst. 2 zeigen, tritt nämlich ein Wasserstau in der Tragschicht ein, wenn die darunter liegende Dränschicht nur nach dem Prinzip der mechanischen Wasserdurchlässigkeit, nicht aber unter Berücksichtigung der kapillaren Wasserleitfähigkeit zusammengesetzt ist, d. h., wenn die Dränschicht gegenüber der Tragschicht zu grob ist.

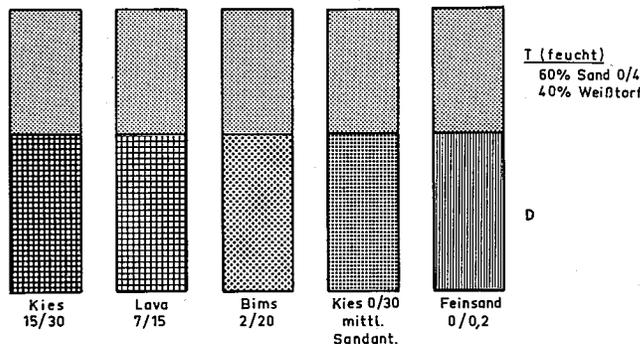
In dem genannten Versuch wurde eine einheitliche Tragschicht (T) aus 60 Vol.-% Sand und 40 Vol.-% Torf auf fünf in Korngröße und Kornverteilung grundverschiedene Dränschichten aufgebracht, um nach einheitlicher Wassergabe und nach einem bestimmten Einwirkungszeitraum auf die Tragschicht deren Wassergehalt zu bestimmen. Dabei ergaben sich derart große Differenzen, daß bei den Dränschichten aus Kies 15/30 und Lava 7/15 nur das über die totale Wassersättigung der Tragschicht vorhandene Wasser durch Schwerkraftwirkung abgeführt wurde, während die durch Kapillarkräfte bewirkte „Entwässerung“ der Tragschicht hoch war, wenn sich das Porensystem der Dränschicht dem der Tragschicht anglich. Dies war sowohl bei Kies 0/30 mit einem Sandanteil von 50% und guter Korngrößenabstufung der Fall als auch bei Feinsand, wenn dieser als Dränschichtmaterial verwendet wurde (Darst. 2).

Als Gesamtergebnis dieses Versuches ist mithin festzustellen, daß die Wasserableitung aus der Tragschicht von der Porengrößenverteilung der darunter liegenden Schicht abhängt. Dabei ist die Entwässerungswirksamkeit der Dränschicht im trok-

Darst. 2

Wasserabzug aus der Tragschicht
bei verschiedenen Dränschicht - Baustoffen

Wassergabe: Einheitlich 50 ml



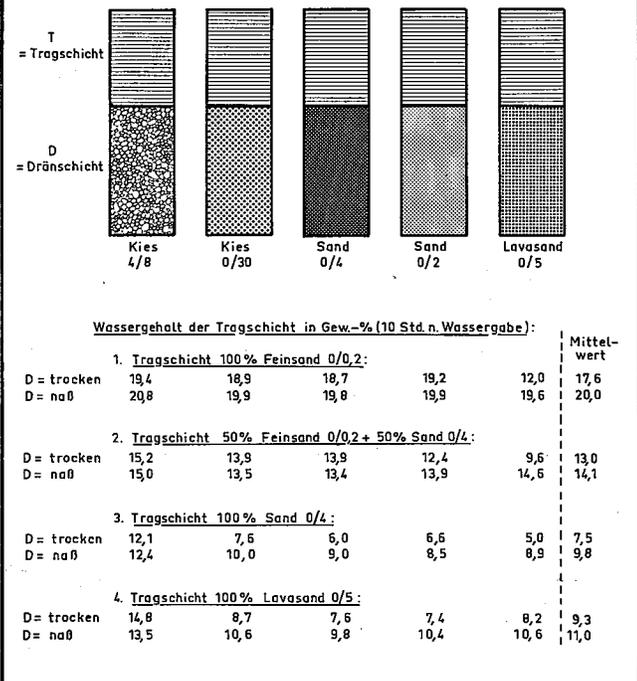
Wassergehalt der Tragschicht in Gew.-% (15 Std. n. Wassergabe):					
18,0	17,5	16,5	13,7	12,2	D = trocken
22,6	22,1	18,6	14,8	14,5	D = nass

kenen bzw. ausgetrockneten Zustand verständlicherweise größer. Dann tritt zu der durch die Porengröße bestimmten Saugkraft nämlich noch die Wirkung der Wassersättigung hinzu. Dies erklärt gleichzeitig auch die selbst in Regenperioden in der Regel weitaus bessere Tragfähigkeit von Rasensportflächen während des Sommers oder Frühherbstes. Dagegen besteht das größte Entwässerungsbedürfnis für die Rasentragschicht im Winter, wenn beide Schichten feucht bis wassergesättigt sind.

Darst. 3

Wasserabzug aus der Tragschicht
bei verschiedenen Dränschicht - Baustoffen

Wassergabe: Einheitlich 100 ml / 28 cm²



Die Notwendigkeit der Abstimmung der Porengrößenverteilung von Trag- und Dränschicht im Interesse einer ausreichenden Wasserableitung kann auch den in Darst. 3 zusammengefaßten Untersuchungsbefunden entnommen werden. Diese Darstellung gibt die Wirkung verschiedener gekörnter Dränschicht-Baustoffe gegenüber verschiedenen reinen Sanden wieder, die als Tragschicht verwendet wurden. Diese Wirkung wurde ebenfalls durch Bestimmung des Wassergehalts in der Tragschicht nach einer bestimmten Einwirkungsdauer ermittelt. Bei diesem Versuch war der Wassergehalt der Tragschicht bei allen Dränschicht-Baustoffen am höchsten, wenn die Tragschicht aus Feinsand bestand, wenn ein feines Porensystem also eine große Wasserrückhaltung bewirkte und praktisch keine Entwässerung der Tragschicht durch die Dränschicht zuließ. Hier ergaben sich bei nassen Dränschicht-Baustoffen auch keine nennenswerten Beziehungen zu deren Körnung. Eine sehr feinkörnige Tragschicht auf einer relativ viel gröberen Dränschicht ist demzufolge in ihrer Tragfähigkeit durch Wasserstau erheblich eingeschränkt.

Eine Änderung ergibt sich aber bereits bei einem Gemisch aus Feinsand 0/0,2 und einem verhältnismäßig groben Sand 0/4, während die beste Entwässerungsleistung gegenüber einer aus Sand 0/4 bestehenden Tragschicht eintrat. Hier sowie bei Lavasand 0/5 als Tragschichtmaterial zeigten sich ferner die größten Unterschiede gegenüber den verschiedenen Baustoffen der Dränschicht, die prinzipiell den Ergebnissen der Darst. 2 entsprechen. Der Wassergehalt in der Tragschicht war bei Kies 4/8 als Dränschicht am höchsten und bei Sand 0/2 als Dränschicht am geringsten.

Eine grundsätzliche Bestätigung der in Darst. 3 zusammengefaßten Ergebnisse findet sich auch in Darst. 4, die die Resultate einer Versuchsanstellung wiedergibt, wo eine Tragschicht aus 20 Vol.-% Fasertorf, 40 Vol.-% Lavasand 0/5 und 40 Vol.-% Feinsand 0/0,2 auf einer Dränschicht aus sandrei-

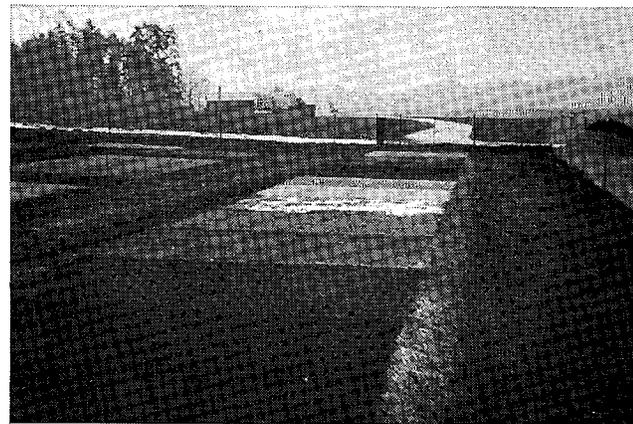
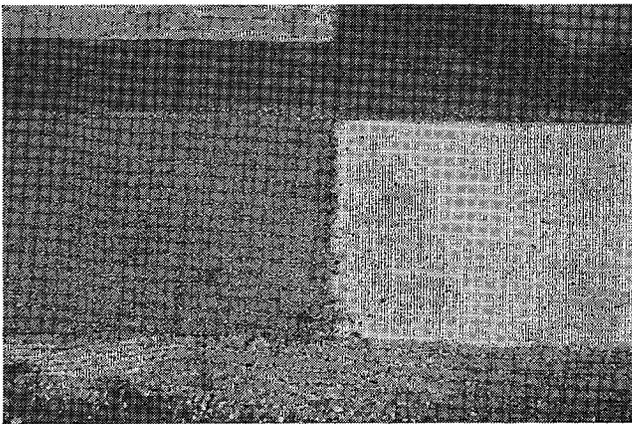
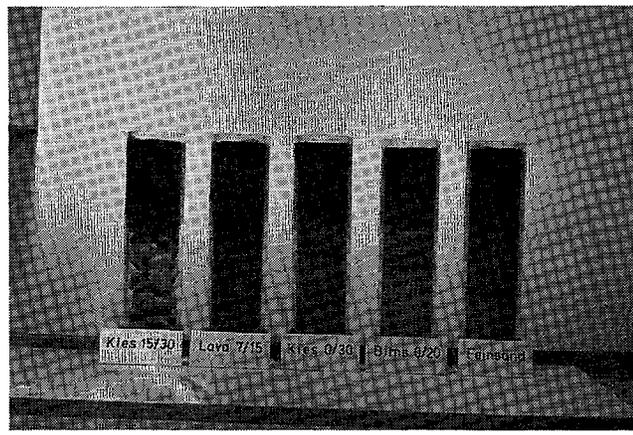
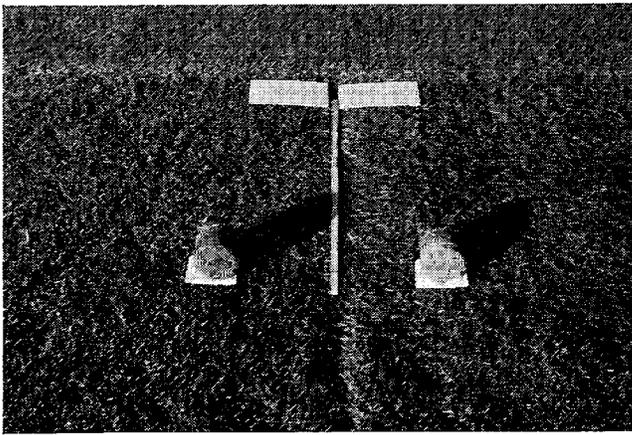


Abb. 1: Wasserableitung in den Boden
links: durch eine Vegetationsschicht aus Sand 0/4 und Weißtorf; Boden durchfeuchtet, Rasendecke trotz Stollenbelastung nicht gestört.
rechts: durch eine Vegetationsschicht aus reinem Sand 0/4; Boden noch nicht durchfeuchtet, Wasser steht in Rasendecke, dadurch Rasendecke bei Stollenbelastung stark gestört.
(Aufnahme: November 1973)

Abb. 2: Wasserableitung bei verschieden gekörnten Baustoffen der Dränschicht.

Abb. 3: Saugkraftwirkung von Feinsand gegenüber Sand 0/4 + Weißtorf (60 : 40 Vol.-%) im Freilandversuch.

Abb. 4: Gestörte mechanische Wasserdurchlässigkeit bei einer Vegetationsschicht aus 60 Vol.-% Sand 0/4 und 40 Vol.-% Schwarztorf gegenüber Vergleichsparzellen mit Weißtorf und anderen Zusammensetzungen.

chem Kies dreischichtigen Aufbauten gegenübergestellt wurde (Darst. 4). Bei diesem Versuch war die Entwässerung der Tragschicht wiederum bei darunter liegenden trockenen Baustoffen größer. Ebenso sank der Wassergehalt der Tragschicht stärker ab, wenn Zwischenschichten aus Feinsand oder Boden anstelle einer Dränschicht aus Kies verglichen wurden (2, 3, 5). Eine Ausnahme ergab sich jedoch bei der Versuchsanordnung 6, wo ein Wasserstau in der Zwischenschicht aus Boden, der auf Kies 4/8 lag, einen genügenden Wasserabzug aus der Tragschicht verhinderte. Hier war die Wasserrückhaltung des Bodens (6) gegenüber der vergleichbaren Versuchsanordnung mit Feinsand (5) größer.

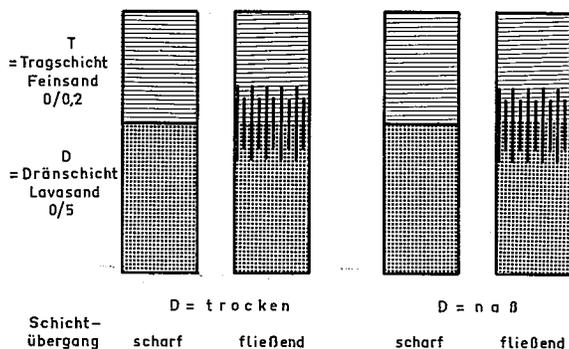
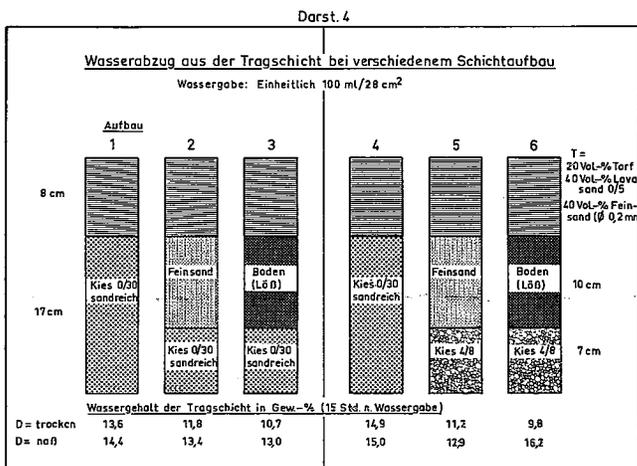
Welche Bedeutung der Abstimmung des Schichtaufbaues in Korngröße bzw. Porengrößenverteilung zukommt, geht schließlich aus Darst. 5 hervor. In diesem Versuch wurde eine Trag-

schicht aus Feinsand auf eine Dränschicht aus Lavasand einmal in einem scharf getrennten Schichtaufbau und zum anderen bei Verzahnung beider Schichten aufgebracht. Wo durch Verzahnung von Trag- und Dränschicht ein kapillarer Übergang geschaffen wurde, trat auch eine Förderung der Wasserableitung ein; sie kommt im Gegensatz zu dem scharf getrennten Schichtaufbau in einem geringeren Wassergehalt der Tragschicht zum Ausdruck.

Darst. 5

Wasserabzug aus der Tragschicht mit verschiedenem Schichtübergang

Wassergabe: Einheitlich 100 ml/28 cm²

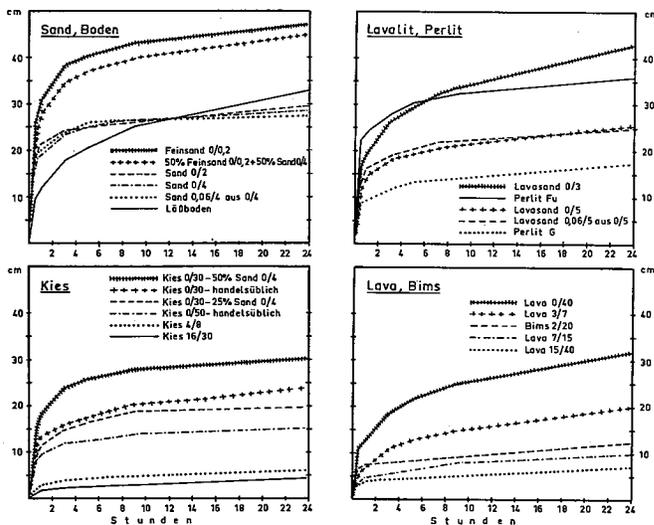


Wassergehalt der Tragschicht in Gew.-% (10 Std. n. Wassergabe):

18,6 13,8 21,2 19,3

Das verschiedene Verhalten von in der Korngrößenzusammensetzung stark abweichenden Schichten war zum Abschluß dieser Untersuchungsreihe Anlaß, auch die kapillare Leitfähigkeit einzelner Baustoffe in verschiedenen Körnungen zu erfassen. Diese vorerst orientierende Ermittlung erfolgte durch einfache Bestimmung des kapillaren Wasseranstiegs im Zeitverlauf (Darst. 6).

Darst. 6
Kapillarer Wasseranstieg bei Baustoffen
der Drän- und Tragschicht (cm/h)



Bei diesen Ermittlungen wiesen Feinsand (0/0,2) und ein Gemisch aus 50 % Feinsand (0/0,2) + 50 % Sand 0/4 einen sehr ähnlichen Wasseranstieg auf (Darst. 6 – oben links), an den die Sande 0/2, 0/4 und 0,06/4 bei weitem nicht heranreichten. Lößboden ließ nur einen langsamen, doch stetigen Wasseranstieg zu. Insgesamt bestätigte sich damit die bereits von Atterberg getroffene Feststellung der hervorragenden Wasserleitfähigkeit feiner Sande.

Bei Lavalit und Perlit (Darst. 6 – oben rechts) steht der kapillare Wasseranstieg ebenfalls in enger Beziehung zur Korngrößenzusammensetzung, so daß der Wasseranstieg bei Lavasand 0/3 größer als bei Lavasand 0/5 und bei Perlit Fu wiederum größer als bei Perlit G war. Bei Perlit erschien allerdings die am Wasserzunahmevermögen gemessene relativ geringe Wasserleitfähigkeit überraschend.

Auch bei Kies (Darst. 6 – unten links) hängt der kapillare Wasseranstieg eng mit der Körnung zusammen, insbesondere mit dem Anteil an Fein-, Mittel- und Grobsand. Dadurch ist es zu erklären, daß ein sandreicher Kies (50 % Anteil Sand 0/4) nahezu den gleichen Wasseranstieg wie Sand 0/4 für sich aufweist. Das gleiche trifft auch für Lava zu, während Bimskies mit einem geringen Sandanteil unter 2 mm – trotz hervorragenden Wasserspeichervermögens – wiederum einen relativ geringen Kapillaranstieg zeigte (Darst. 6 – unten rechts).

Zusammenfassende Auswertung mit Schlußfolgerungen

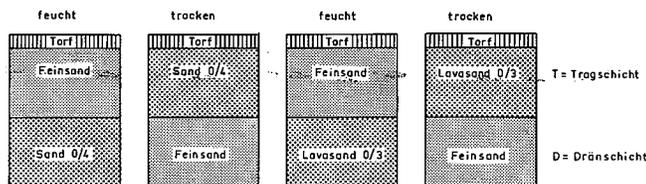
Die durchgeführten Untersuchungen zur Wasserbewegung in Rasensportflächen haben ergeben, daß der Schichtaufbau eines Rasensportfeldes als System aufzufassen ist, dessen Einzelschichten in Korn- bzw. Porengrößenverteilung aufeinander abzustimmen sind. Erfolgt diese Abstimmung nicht, dann ist der Wirkungsmechanismus der Wasserabführung, insbesondere bei Vernachlässigung der kapillaren Leitfähigkeit, gestört. Das bedeutet nicht nur Eintritt eines Wasserstaus über einer größeren Schicht, der die Tragfähigkeit der Sportfläche beeinträchtigt, sondern auch negative Beeinflussung der Vegetation. So bewirkt eine wasserstauende Tragschicht, möglicherweise sogar aus Sand, über einer zu groben Dränschicht eine lange Oberflächennässe im Frühjahr, dadurch ergrünt, d. h. regneriert die Rasendecke spät, es tritt mit der Zeit eine Verflachung der Bewurzelung mit Verringerung der Scherfestigkeit und damit reduzierter Belastbarkeit der Rasenfläche ein und es kann im weiteren Verlauf, besonders bei starkem Winterspiel-

betrieb, zu einer totalen Bestandsumbildung guter Ansaaten zugunsten flachwurzelnder Gräser, z. B. von *Poa annua*, kommen. Dieser Vorgang wird bei langandauernder Sommer-trockenheit gefördert, wenn mangels Möglichkeit oder Kenntnissen wiederholt zu oft mit zu geringen Wassergaben beregnet wird und keine tiefreichende Durchfeuchtung des gesamten Aufbaukörpers erfolgt. Grundursache einer derartigen Entwicklung ist bei bodenphysikalisch falsch gebauten Rasenplätzen die Umkehr der kapillaren Wasserbewegung von tieferen Schichten zur Oberfläche und nicht von der Oberfläche zum Baugrund hin, so daß nur das Schwerkraftwasser durch Versickerung abgeführt wird.

Entsprechend der eintretenden Reaktion der Rasendecke kann man Aufbaufehler der Rasensportfläche und Mischfehler der Rasentragschicht bei einsetzender starker Belastung dann sehr bald am Ein- und Vordringen von *Poa annua* erkennen. Die Umkehr des Prinzips der kapillaren Wasserbewegung, wie sie sich bei Rasensportplätzen mit dichter Rasendecke über einer zu groben Rasentragschicht einstellt, die ihrerseits wiederum über einer ungenügend abgestuften, sandarmen Dränschicht hergestellt sein kann, zeigte sich im Sommer 1974 an einem modellmäßig aufgebauten Freilandversuch, der wechselweise eine feinsandige Tragschicht auf grobsandiger Dränschicht und eine grobsandige Tragschicht auf feinsandiger Dränschicht enthielt (Darst. 7). Die Tragschicht wurde bei allen 4 Versuchsgliedern mit einer losen Weißtorfauflage von 1 cm Dicke abgedeckt. Die Funktion dieser Torfauflage hinsichtlich der Wasserbewegung entspricht der Wirkung einer feinporigen, dichten Rasendecke.

Darst. 7
Schichtversuch im Freiland

Zustand der Torfdecke bei Trockenheitseinfluß:



Bei diesem Versuch trocknete die Tragschicht aus Sand 0/4 bzw. Lavasand 0/3 nach Befeuchtung stets eher aus, sie blieb dagegen tagelang länger feucht, wenn die Tragschicht aus Feinsand bestand. Das bedeutet, daß der Feinsand das Beregnungswasser gegenüber der gröberen Dränschicht stärker zurückgehalten hat, während die mit der Zeit verdichtete Torfschicht gleichzeitig dem Feinsand eine größere Saugkraftwirkung entgegenbrachte. Gegenüber der gewünschten kapillaren Wasserableitung zum Baugrund stellte sich somit eine unerwünschte, schädliche Wasserbewegung zur Oberfläche ein, die der Wirkung eines falsch abgestimmten Schichtaufbaues von Rasenplätzen entspricht. Wo dagegen die Dränschicht aus Feinsand bestand, wurde das Überschußwasser über die Schwerkraftwirkung hinaus auch durch kapillaren Sog in tiefere Schichten abgeleitet.

Deshalb wäre es im Hinblick auf eine hohe Tragfähigkeit der Sportfläche, aber auch im Interesse einer intensiven Rasenbewurzelung und Wurzelverzahnung von Rasendecke und Rasentragschicht, bodenphysikalisch richtiger, den Schichtaufbau in seiner Porengrößenverteilung zu tieferen Schichten hin zu verfeinern. Allerdings darf auch die Tragschicht nicht zu grob zusammengesetzt sein, um einer sehr dichten, möglicherweise bereits etwas verfilzten Rasendecke noch genügend Wasser zu entziehen und einen Oberflächenstau zu vermeiden.

Dieses Prinzip wird in Holland beim Rasensportplatzbau angewandt (v. d. Horst u. a., 1969 Moormans, 1971), wo einerseits ausgeglichene Feuchtigkeitsverhältnisse die Entwicklung von Rasenfilz weitgehend verhindern, andererseits bearbeitbare, überwiegend horizontalfächige Böden den Einbau einer Dränschicht nicht erfordern. Dieses Prinzip ließe sich unter gleichartigen oder ähnlichen Bedingungen auch in Deutschland verwirklichen. Bodenphysikalische Probleme entstehen jedoch überall dort, wo im Hügelland der Bundesrepu-

blik Hanganschnitte notwendig sind oder wo Aufbauten auf unvorbereiteten Aufschüttungen entstehen bzw. wo in Tallagen Hochwasserrückstau eine starke Auskoffierung erfordert. Unter solchen Bedingungen wäre zunächst die Kombinationsmöglichkeit von Drän- und Tragschicht oder die Materialfrage eines eventuell notwendigen Unterbaues und seiner Mächtigkeit zu prüfen, damit ein gleichartiger Kornaufbau entsteht. Das würde die Verwendung von Sand als Dränschichtmaterial entsprechend des linken, feineren Kornverteilungsbereichs für Dränschicht-Baustoffe entsprechend DIN 18035 - 4 bedeuten. In diesem Fall wäre wegen der geringen horizontalen Fließgeschwindigkeit des Bodenwassers allerdings ein engerer Einbau von Sickerleitungen vorzusehen. Sofern die Dränschicht - wie im Normalfall - jedoch aus Kiessand aufgebaut wird, dann muß eine Anpassung der Porengrößenverteilung dieser Schicht an die Tragschicht stattfinden.

Im ganzen bedeutet dies, daß der Schichtaufbau einer Rasensportfläche nicht isoliert, sondern stets nur im Zusammenhang aller Schichten zu betrachten ist. Über den Kornverteilungsbereich für Baustoffe der Dränschicht nach DIN 18035 - 4 hinaus, der nur einen Rahmen darstellen kann, sollte deshalb eine Annäherung an die in Darst. 8 eingetragene „Idealkurve“ der Kornverteilung für Dränschicht-Baustoffe angestrebt und eine Verzahnung von Drän- und Tragschicht vorgenommen werden. Dabei kann die Verzahnung beider Schichten durchaus mit reinem Sand geschehen.

Diese Beispiele zeigen, in welcher Weise der große Rahmen der Fachnorm DIN 18035 - 4 „Sportplätze - Rasenflächen“ örtlich anzupassen bzw. auszufüllen ist. Geschieht dies nicht, dann wird der weite Rahmen der Norm nicht immer zu zufriedenstellenden Ergebnissen führen. Deshalb werden noch viele Untersuchungen und praktische Erfahrungen notwendig sein, um über diese Norm hinaus zu Standards, langfristig vielleicht sogar zu vereinfachten Schichtaufbauten zu kommen. Die gegenwärtige Situation des Baues von Rasensportplätzen in der Bundesrepublik Deutschland zwingt jedoch dazu, mit Hilfe der neuen Fachnormen zunächst viele der auftretenden, zum Teil eklatanten und kostensteigernden Planungs- und Baufehler einzudämmen.

Literatur

1. Adams, W. A., V. I. Stewart, D. J. Thornton, 1971: The Assessment of sands suitable for use in sportfields. J. Sports Turf Res. Inst. Bingley 47. 77-85.
2. Atterberg, in Möller, O., 1952: Meliorationen. Handb. d. Landw. Bd. I. 161-212. Verlag P. Parey.
3. v. d. Horst, J. P., J. Th. Moormans, H. A. Bremekamp, L. Touwen, W. Versteeg, 1969: Sportveldenonderzoek, Teil 1, 87 S. Herausgeber: NSF, KNN, KNH.
4. Moormans, J. Th., 1971: Bau von Sportplätzen in den Niederlanden. RASEN - TURF - GAZON 2. 75-80.
5. Penningsfeld, F., 1974: Kultursubstrate, Düngung, Bewässerung von Großcontainern und Dachgärten. Das Gartenamt 23. 205-213.
6. Skirde, W., 1973: Vegetationstechnische Gesichtspunkte beim Bau von Rasensportflächen. Das Gartenamt 22. 630-636.
7. Skirde, W., 1973: Bau von Rasensportplätzen auf biotechnischer Grundlage. Berichte B 1/73, Bundesinstitut für Sportwissenschaft 5023 Löhvenich, 49 S.
8. Skirde, W., 1974: Ergebnisse zur Narbenfilzanhäufung (thatch) bei Rasenflächen. RASEN - TURF - GAZON 5.
9. Thornton, D. J., 1973: A field trial of sportfield construction materials extremely high in sand content. J. Sports Turf Res. Inst. Bingley 48. 29-44.
10. D N A 1974: Sportplätze - Rasenflächen, DIN 18035-4. Beuth-Vertrieb Berlin 30 und Köln.

Zusammenfassung

Auf der Grundlage von Freiland- und Laborversuchen wird zur Wasserbewegung in Aufbauten von Rasensportplätzen Stellung genommen.

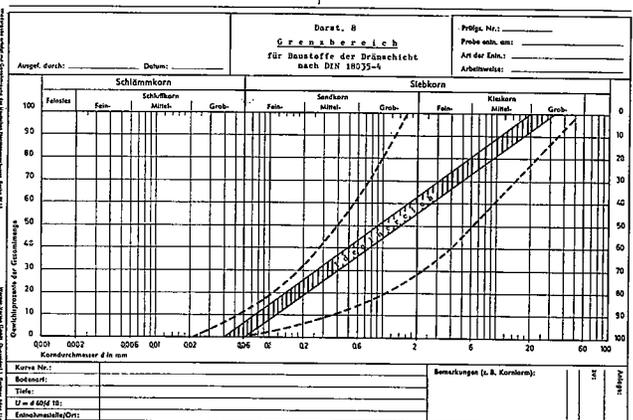
Im Gegensatz zu Tennenflächen, die vornehmlich nach dem Prinzip der mechanischen Wasserdurchlässigkeit aufgebaut werden, erfordert der feinere Schichtaufbau von Rasensportplätzen mit dichter Rasendecke darüber hinaus eine kapillare Wasserableitung in tiefere Schichten. Erfolgt diese Ableitung durch falsche Kornabstufung der einzelnen Schichten nicht, dann ist ein Wasserstau zu befürchten, der nicht nur die Tragfähigkeit der Rasensportfläche einschränkt, sondern auch eine starke Beeinträchtigung der Rasendecke, ihrer Bewurzelung sowie ihrer botanischen Zusammensetzung verursacht.

Deshalb muß der Aufbau einer Rasensportfläche möglichst gleichporig, allerdings unter Berücksichtigung von mechanischer und kapillarer Wasserleitfähigkeit sowie von Scherfestigkeit und Wasserspeicherefähigkeit der Tragschicht erfolgen.

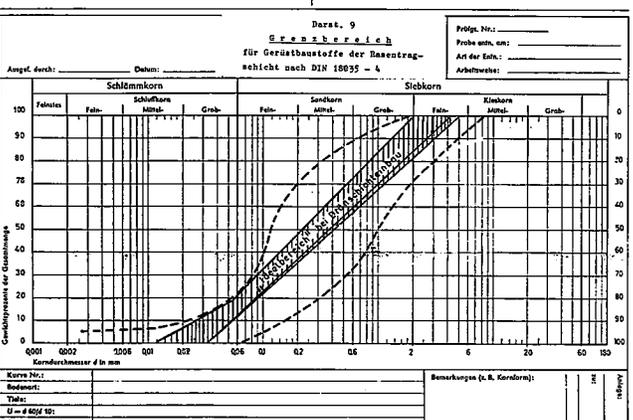
Summary

Based on field and laboratory experiments, the question of water movement when constructing turf sports grounds is being discussed.

In contrast to tamped areas, where the principle of mechanical water permeability prevails, the turf sports grounds with their finer texture of the layers and a dense sward, moreover, require capillary water drainage into deeper layers. Should this drainage, however, be prevented, due to the wrong gradation in texture of the individual layers, there is the possibility of a dammingup of the water, which not only would greatly impede the carrying capacity of the turf sports ground but would also affect the development of the sward, its botanical composition and the development of the roots. When constructing a turf sports ground attention should therefore be paid to using material of a uniform pore system under consideration of the top layer's mechanical and capillary water drainage capacity, the shear strenght and the water holding capacity.



In ähnlicher Weise ist aber auch eine Anpassung der Tragschicht an das feine Porensystem einer dichten Rasendecke erforderlich, was in diesem Fall ferner eine Berücksichtigung der Wasserleitfähigkeit der Zuschlagstoffe der Tragschicht notwendig macht. Deshalb darf der in Darst. 9 eingetragene „Idealbereich“ der Kornverteilung für die Gerüstbaustoffe der Rasentragschicht ebenfalls nur als Anhalt dienen, zumal bei dieser Schicht neben mechanischer und kapillarer Wasserleitfähigkeit auch Scherfestigkeit und Wasserspeicherefähigkeit zu beachten sind. Außerdem gilt der dargestellte „Idealbereich“ nur bei Einbau einer Dränschicht, während die Kornverteilung für die Tragschicht durchaus feiner gewählt werden kann, wenn die Durchlässigkeitsverhältnisse des Baugrundes einen Verzicht auf die Dränschicht gestatten.



Zuwachsraten und Wuchshöhen von Rasengräsersorten

G. Pommer, Freising

1. Einführung

Rasenflächen sind pflegeintensive Anlagen, deren Pflegeaufwand einerseits von der Narbendichte, dem Unkrautverdrängungsvermögen, der Robustheit und Krankheitsresistenz der verwendeten Rasenmischung abhängt, andererseits wesentlich durch die Wüchsigkeit der Rasensorten in dieser Mischung bestimmt wird. Wüchsige Sorten müssen häufiger geschnitten werden. Dies mag für den Hobbygärtner und Hausgartenbesitzer eine leidige Plage sein, für Verwaltungen z. B. im kommunalen Bereich, die für größere Rasenflächen zuständig sind, bedeutet jeder Rasenschnitt eine starke finanzielle Belastung und wird in der Anhäufung zu einer fast nicht mehr zu bewältigenden Aufgabe.

Auch im extensiven Landschaftsrasen spielt die Wüchsigkeit von Gräsersorten eine Rolle. Hier ist jedoch eher die absolute Wuchshöhe in der Vollentwicklung von Bedeutung, als die Höhe der Zuwachsraten zwischen mehreren Schnitten; denn im Landschaftsrasen wird zumeist nur einmal im Jahr geschnitten. Dabei soll der Schnittzeitpunkt verschiebbar sein können. Dies setzt voraus, daß der höchste Aufwuchs auf Grünflächen zu keinen unschönen und der freien Beweglichkeit hinderlichen Massen oder zu gefährlichen Sichtbehinderungen führt.

Die Züchtung hat die Forderung nach gering wüchsigen Gräsern berücksichtigt und neue Rasensorten geschaffen. Im Prüfsortiment der besonderen Anbauprüfungen auf Rasennutzung des Bundessortenamtes, das 1972 zur Anlage kam, sind, sowohl was Zuwachsraten, als auch was Wuchshöhe zur Blüte betrifft, deutliche Unterschiede innerhalb der Sorten einzelner Arten zu erkennen.

2. Hinweise zur Prüfungsmethode

Die Zuwachsratenmessungen, d. h. die Feststellung der Aufwüchse zwischen zwei Schnitten, erfolgten im Rahmen der Besonderen Anbauprüfung auf Rasennutzung. Diese Zier-, Gebrauchsrasenprüfung (Sortenreinsaat, 15–25maliger Schnitt, 200 N Düngung) ist in ihren Einzelheiten im Heft Rasen-Turf-Gazon 4/70, Seite 91–94 beschrieben.

Der im folgenden viel verwendete Begriff der Zuwachsrate ist definiert als:

Zuwachsrate (mm) = Bestandeshöhe vor dem Schnitt (mm) minus Schnitthöhe des vorangegangenen Schnittes (mm). Die Zuwachsraten wurden an folgenden sechs Prüforten ermittelt:

Dikopshof, Institut für Pflanzenbau, Bonn;
Eder am Holz-Erding, Prüfstelle des Bundessortenamtes;
Leihgestern, Rasenforschungsstelle, Gießen
Kleve-Kellen, Forschungsstelle für Grünland und Futterbau;
Scharnhorst-Neustadt/Rbge., Prüfstelle des Bundessortenamtes;

Weihenstephan-Freising, Institut für Grünlandlehre.

Die Wuchshöhe zur Vollentwicklung (Blüte) wurde im Verlauf von Landschaftsrasenprüfungen an den Prüforten Bonn und Eder am Holz gemessen. Unter Landschaftsrasenprüfungen sind extensive Sortenprüfungen in Reinsaat zu verstehen, die nicht oder nur sehr wenig gedüngt werden und bei denen der Aufwuchs einer Prüfparzelle nur einmal im Jahr, vor der Samenreife, geschnitten wird. Die Wuchshöhe zur Vollentwicklung ist, im Gegensatz zur Zuwachsrate, immer in cm angegeben. Die Zahlenangaben zur Wuchshöhe beziehen sich auf die gesamte Pflanze mit den Samentrieben.

3. Zuwachsraten

3.1. Unterschiede zwischen den Arten

Unterschiede in der Wüchsigkeit verschiedener Gräserarten sind von der Futternutzung her bekannt und spielen auch bei den Rasengräsern, infolge der anderen Zuchttrichtung jedoch eher in umgekehrter Weise, eine Rolle. Wie aus Tabelle 1, Spalte 3 hervorgeht, ist auch im hier behandelten Rasensortiment das Deutsche Weidelgras die wüchsigste Art, während die Straußgräser den geringsten durchschnittlichen Jahreszuwachs haben. Die niedrigen Zuwachsraten des Lieschgrases und andererseits die hohen des Schafschwingels

dürften vor allem durch die Witterung des Prüffjahres 1973 bedingt sein, das durch zwei lang anhaltende Trockenperioden geprägt war.

Tabelle 1: Durchschnittliche Zuwachsraten und sortenbedingte Schwankungen

Art	Zahl der geprüften Sorten	Durchschnittliche Zuwachsrate	Zuwachsrate relativ zu Wiesenrispe	Schwankungsbereich innerhalb der Art (in mm Zuwachsrate)	Schwankung in %
Wiesenrispe	12	40	100	33–53	61
Rotschwingel	9	47	118	41–55	34
Schafschwingel	4	41	103	35–47	34
Straußgras	3	34	85	29–44	52
Lieschgras	4	37	93	36–38	6
Deutsch. Weidelgras	8	54	135	46–60	30

3.2. Unterschiede zwischen den Sorten einer Art

Die stärksten Unterschiede in den Zuwachsraten von Sorten einer Art wurden bei der Wiesenrispe festgestellt (siehe Tab. 1). Von dieser Art hat die Züchtung sehr langsam wachsende und niedrig bleibende Sorten entwickelt, die zudem noch über gute Raseneigenschaften verfügen. Ähnliche Züchtungsschritte zeichnen sich auch beim Deutschen Weidelgras ab, nur daß bei dieser an sich sehr wüchsigen Art die Unterschiede nicht so groß sind.

Die Schwankungen in der Zuwachsrate von Straußgräsern ergeben sich aus der gemeinsamen Prüfung von einer Sorte des wüchsigen weißen Straußgrases mit zwei Sorten des Roten Straußgrases. Damit liegen im Grunde ebenfalls artbedingte Unterschiede vor. Auch beim Rotschwingel und Schafschwingel zeigen sich typische Unterschiede, die den jeweiligen Unterarten zuzuordnen sind. Die Sorten des horstbildenden Rotschwingels (*Festuca rubra commutata*) haben einen geringeren Zuwachs als die des ausläufertreibenden (*Festuca rubra rubra*). Ebenso wächst der feinblättrige Schafschwingel (*Festuca ovina tenuifolia*) langsamer als der harte Schafschwingel (*Festuca ovina duriuscula*). Die vier Sorten des Zwiebellieschgrases weisen nur geringe Schwankungen in den Zuwachsraten auf.

3.3. Beeinflussung der Zuwachsraten durch Umwelt (Ort) und durch genetische Veranlagung (Sorte)

Mit Hilfe einer Varianzanalyse wurde dem Einfluß der Orte und der Sorten auf die Höhe der Zuwachsraten nachgegangen. Die Ergebnisse der hier vorgenommenen Prüfung sind, nach Arten getrennt, in Tabelle 2 zusammengefaßt.

Tabelle 2: Varianztabelle - Einfluß der Orte und Sorten auf die Zuwachsrate

Art	Varianz Orte	Varianz Sorten	Varianz Rest	F-Wert Sorten	F-Wert Orte
Wiesenrispe	1290400	182740	17375	10,50***	74***
Rotschwingel	1299904	159974	12330	12,97***	105***
Schafschwingel	468036	175040	15930	10,99***	29***
Straußgras	284465	475701	28832	16,00 n.s.	9,87*
Lieschgras	419720	8023	3644	2,20 n.s.	115***
Deutsch. Weidelgras	1446720	195037	8744	17,73***	165***

*** = sehr hoch signifikant (0,1 %)

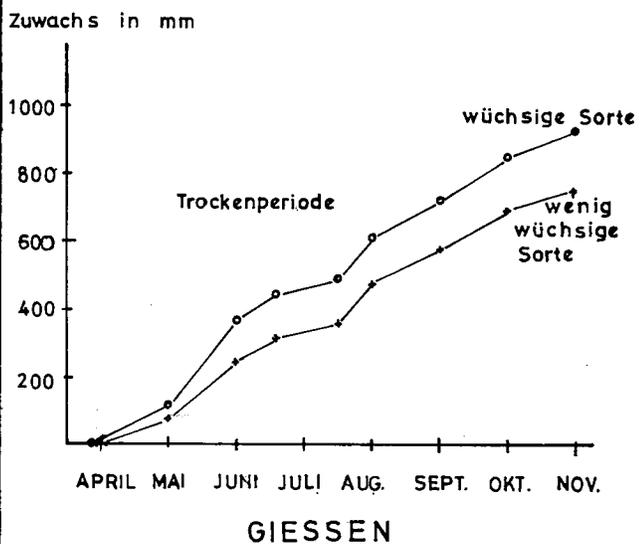
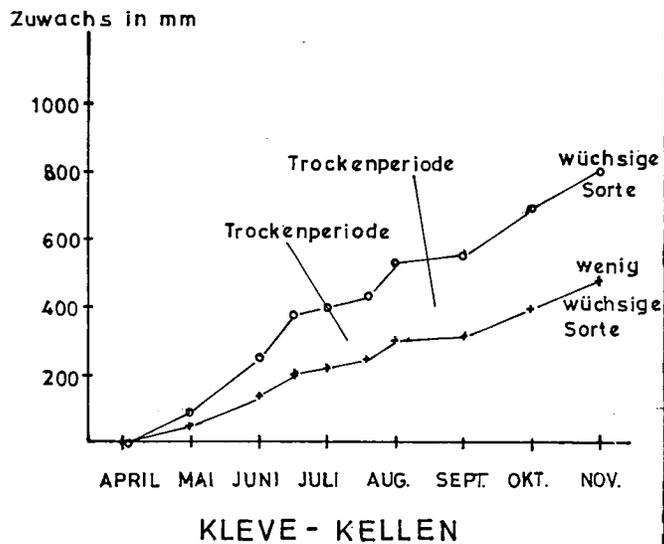
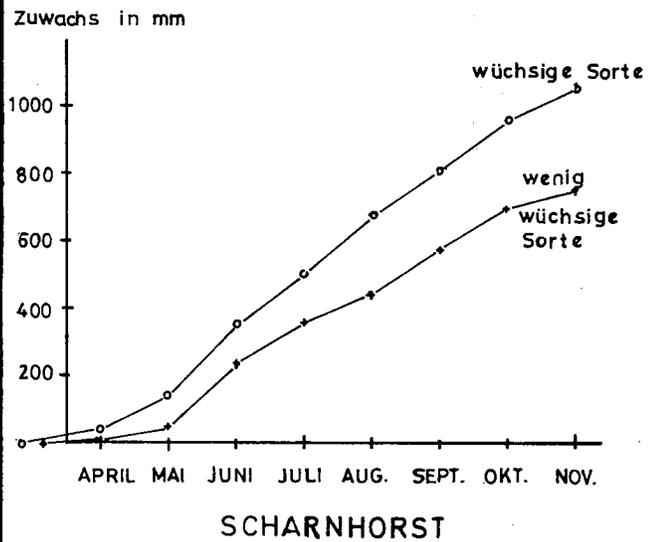
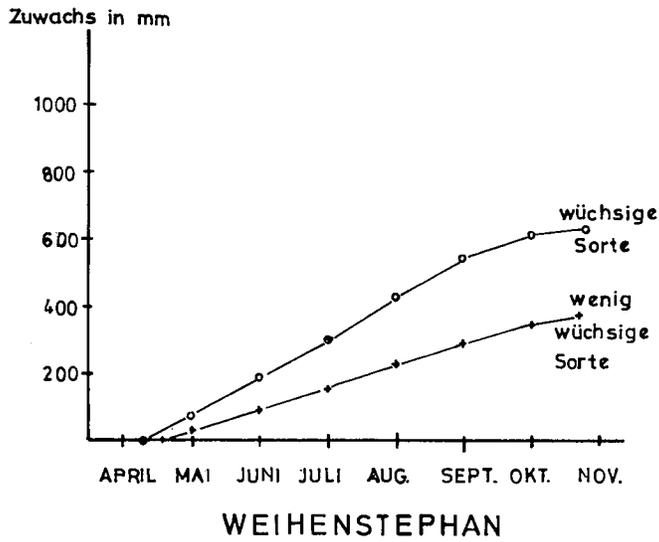
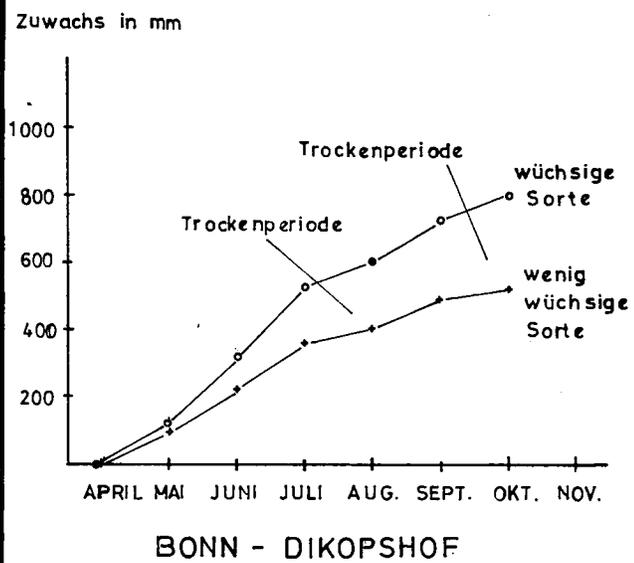
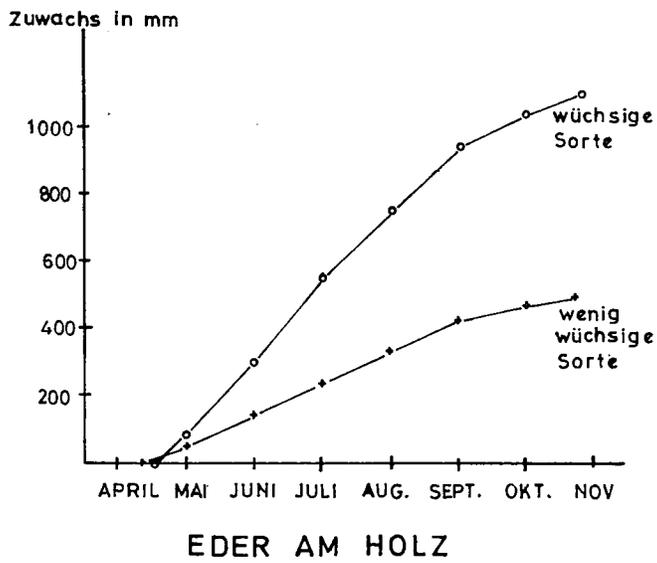
** = hoch signifikant (1 %)

* = signifikant (5 %)

n.s. = nicht signifikant

Die statistische Auswertung der Prüfungsergebnisse ergab signifikante, zumeist sogar sehr hoch signifikante Auswirkungen der Orte auf die Zuwachsraten von Gräsersorten. Unter dem Einfluß der Orte sind alle standortbedingten Umwelteinwirkungen wie Boden, Düngung, Witterung, Krankheitsbefall und Mähfrequenz einbezogen. Die hohen Signifikanzwerte überraschen wenig, wenn man in Betracht zieht, wie sehr diese Umweltfaktoren auf die Wüchsigkeit des Rasens einwirken.

Abb.1: Summenkurven von Zuwachsraten zweier Wiesenrispensorten



Aber auch signifikante bis sehr hoch signifikante Sorteneinflüsse auf die Zuwachsraten konnten bei den meisten Arten nachgewiesen werden. Daraus geht hervor, daß mit entsprechender Sortenwahl der Zuwachs und damit die Schnittfrequenz einer Rasenanlage herabgesetzt werden kann. In welchem Ausmaß dies möglich ist, kann der Tabelle 1 und dem nachfolgenden Vergleich zweier Wiesenrispensorten entnommen werden.

3.4. Jahreszeitliche Beeinflussung der Zuwachsraten

Die Zuwachsraten wurden bei der Auswertung in drei Wachstumsperioden unterteilt, die etwa dem Frühjahr, Sommer und Herbst entsprachen. Abgesehen von der bekannten Tatsache, daß ab Spätsommer die Wüchsigkeit allgemein nachläßt, waren, was die Reaktion der Arten anbelangt, keine auffälligen Unterschiede zu ersehen. Trotz der Trockenheit wuchsen die Sorten fast aller Arten im Sommer genau so schnell wie im Frühjahr.

4. Vergleich zweier Wiesenrispensorten

4.1. Vergleich der Zuwachsraten

Am Beispiel einer wüchsigen und einer wenig wüchsigen Wiesenrispensorte aus dem Prüfsortiment soll veranschaulicht werden, welche Auswirkungen Unterschiede in der Wüchsigkeit auf Zuwachsraten und Pflegeaufwand von Gräserarten haben können. In Abbildung 1 sind die Zuwachsraten dieser Sorten im Jahre 1973 an den sechs Prüforten dargestellt.

Der größte Unterschied im Gesamtjahreszuwachs wurde in Eder am Holz festgestellt, wo die wüchsige Sorte mehr als doppelt so hohe Zuwachsraten aufwies. Dies bedeutet für die praktische Rasenpflege, daß die Schnittfrequenz bei der Aussaat der weniger wüchsigen Sorten um mehr als die Hälfte reduziert werden kann. In Eder am Holz haben gleichmäßig günstige Wachstumsbedingungen, die immer eine volle Ausnutzung der Wachstumsfaktoren durch die Sorten ermöglichen, zu dem deutlichen Unterschied geführt. Ähnliche Tendenzen in der Wüchsigkeit beider Sorten sind auch den Diagrammen der Prüforte Weißenstephan, Kleve-Kellen und Bonn zu entnehmen. An diesen Prüfstellen wurde jedoch der Zuwachs der Sorten durch Trockenperioden unterbrochen oder gehemmt, wodurch die Zuwachsraten beider Sorten weniger weit auseinander klaffen. An den anderen Prüforten wirkte eine hohe N-Düngung nivellierend auf die Zuwachsraten.

4.2. Zuwachsraten und Rasenqualität

Geringe Zuwachsraten sind auf eine langsamere Wüchsigkeit zurückzuführen und könnten daher mit einem schlechteren Regenerationsvermögen und insgesamt schlechteren Raseneigenschaften verbunden sein. Das würde bedeuten, daß Sorten mit niedrigen Zuwachsraten zwar den Vorteil des verminderten Pflegeaufwands hätten, dafür aber den Nachteil eines schlechteren Rasenbildes (Aspekts). Daß diese Annahme nicht zutrifft, kann an Hand der bereits zitierten Wiesenrispensorten nachgewiesen werden. In Abbildung 2 sind in Säulendiagrammen die Aspektbonituren (schwarze Säulen) den jeweiligen Zuwachsraten (weiße Säulen) in den Monaten April bis Dezember gegenübergestellt.

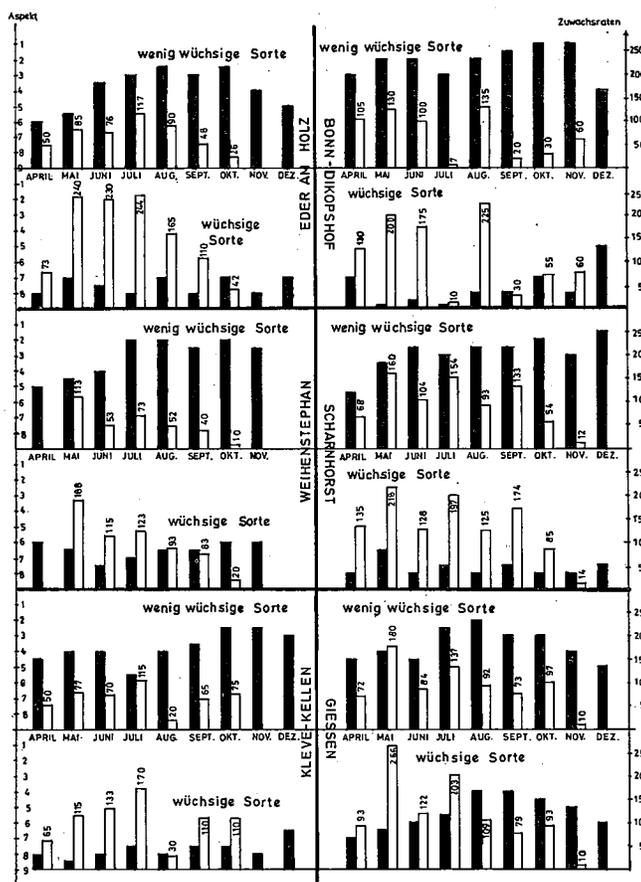
Die Zuwachsraten im jeweiligen Monat sind in mm im Kopf der Säule angegeben. Bei den Aspektbonituren bedeutet die Note 1 sehr geringe Mängel im Gesamteindruck und die Note 9 sehr starke Mängel im Gesamteindruck. An allen Prüforten zeigt die Sorte mit geringen Zuwachsraten einen wesentlich besseren Aspekt als die schnellwüchsige Sorte. Daraus läßt sich ableiten, daß die Rasenqualität einer Sorte keineswegs von ihrer Wüchsigkeit abhängt, sondern in anderweitig genetisch bedingten Eigenschaften begründet ist. In den Diagrammen der Abbildung 2 können nicht einmal innerhalb der einzelnen Sorten Abhängigkeiten des Aspektes von den Zuwachsraten im Verlauf des Jahres festgestellt werden.

Bei Rasensorten gibt es unter Rasennutzung nicht nur eine senkrechte Wuchsrichtung (die sich in den Zuwachsraten widerspiegelt), sondern auch eine waagerechte Wuchsrichtung (z. B. durch niedrig ansetzende waagerechte Blätter), die für die Rasenqualität von größerer Bedeutung ist.

5. Wuchshöhen zur Vollentwicklung

Unterschiede in den Wuchshöhen zur Vollentwicklung von Rasengräserarten sind im Landschaftsrasen wichtig. Einen

Abb. 2: Aspekte und Zuwachsraten zweier Wiesenrispensorten



Überblick über die Wuchshöhen der hier geprüften Sorten und Arten gibt Tabelle 3.

Im Durchschnitt der Arten erreicht der Rotschwengel den höchsten Wuchs, gefolgt vom Deutschen Weidelgras und dem Schafschwingel. Damit ist die Reihenfolge gegenüber den Zuwachsraten in Tabelle 1 verändert. Dies läßt sich mit den Standortansprüchen der Gräserarten erklären. Rotschwengel und Schafschwingel gedeihen unter extensiven Bedingungen, wobei vor allem die geringe Nährstoffversorgung ausschlaggebend gewesen sein dürfte, besser als das Deutsche Weidelgras und die Wiesenrispe.

Die stärksten Schwankungen in der Wuchshöhe der einzelnen Sorten kommen bei der Wiesenrispe vor, hervorgerufen durch extrem niedrig bleibende Sorten. Stark unterschiedliche Wuchshöhen haben auch das Deutsche Weidelgras und das Straußgras, beim letzteren bedingt durch die eine Sorte des Weißen Straußgrases. Innerhalb der Sorten des Rotschwengels wurden nur geringe Wuchshöhenunterschiede gefunden. Beim Rotschwengel bestätigt sich auch nicht die an den Zuwachsraten gemachte Feststellung, daß die horstbildenden Rotschwengel weniger wüchsig sind als die ausläufertreibenden. Insgesamt ist im vorliegenden Material die Übereinstimmung der Wüchsigkeit, einmal gemessen an den Zuwachsraten, das andere Mal an der Wuchshöhe zur Vollentwicklung, nicht groß. Nur die Sorten mit sehr geringen oder sehr hohen Zuwachsraten haben auch entsprechend sehr niedrige oder sehr hohe Wuchshöhen zur Vollentwicklung.

Tabelle 3: Durchschnittliche Wuchshöhen und sortenbedingte Schwankungen

Art	Zahl der geprüften Sorten	Durchschnittliche Wuchshöhe	Wuchshöhe relativ zu Rotschwengel	Schwankungsbereich innerhalb der Art (in ca. Wuchshöhe)	Schwankung in %
Wiesenrispe	12	53	69	28-71	154
Rotschwengel	9	77	100	68-83	22
Schafschwingel	4	63	82	53-73	38
Straußgras	3	53	69	42-64	52
Lieschgras	4	54	70	52-58	12
Deutsh. Weidelgras	8	68	88	49-77	57

6. Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Die Zuwachsraten von Gräsern unterscheiden sich von Art zu Art, stärker noch von Sorte zu Sorte innerhalb einer Art. Geringe Zuwachsraten üben keinen mindernden Einfluß auf andere Rasenmerkmale aus. Daher kann, ohne Einbuße an Qualität, der Pflegeaufwand von Rasenanlagen weitgehend durch eine entsprechende Sortenwahl gelenkt werden*.

In den Wuchshöhen sind die Sortenunterschiede ebenfalls größer als die Artunterschiede. Vor allem von der Wiesenrispe stehen sehr kurz wachsende Sorten in Prüfung, die für verschiedene Anwendungsbereiche im Landschaftsrasen von Interesse sein könnten.

Zwischen der Wüchsigkeit von Gräserarten unter Rasenschnittnutzung, gemessen an den durchschnittlichen Zuwachs-

* Die hier beschriebenen Sorten stehen beim Bundessortenamt noch in Prüfung. Ihre Beschreibung in der Beschreibenden Sortenliste für Rasengräser wird nach Eintragung in die Sortenliste erfolgen.

raten, und der Wüchsigkeit von Sorten bei nur einmal geschnittenen Landschaftsrasen, gemessen an den Wuchshöhen zur Blüte, besteht nur geringe Übereinstimmung.

Summary

The growth rates of the turf grasses differ between the various species and even more between the cultivars of the respective species. Low growth rates have no influence on the other qualifications of the grasses for turf. With respect to the height of growth the differences between the cultivars are also bigger than those between the species. Especially by *Poa pratensis* there are some very low growing cultivars in the tests which could be used for extensive turf in the landscape. There is only a slight correspondance between the vigor of growth of the cultivars of turf grasses under frequent cutting measured by the growth rates and that under only one cut per year which is measured by the height of growth.

Ein Substrat für belastbare Vegetationsschichten

R. Reeker, Oldenburg

1. Der Begriff „Vegetationsschicht“

Unter diesem Begriff, der neu ist und erst seit einigen Jahren in der Literatur auftaucht, werden dünne Substratschichten verstanden, die den Pflanzen als Standort dienen und aus denen sie mit ihren Wurzeln den Wasser- und Nährstoffbedarf decken. Für Vegetationsschichten werden meist Substrate verwendet, d. h. Mischungen aus Stoffen, die hinsichtlich Menge und Qualität genau definiert sind. In der Regel handelt es sich um Zwangsmischungen.

Man unterscheidet zwischen unbelasteten Vegetationsschichten, das sind reine Pflanzflächen, und belastbaren, wie z. B. Sportrasenflächen. Bei letzteren hat eine besonders sorgfältige Wahl der Ausgangsstoffe zu erfolgen; die notwendige Scherfestigkeit und Wasserdurchlässigkeit muß, neben einer genügenden Wasserhaltekapazität, vorhanden sein.

In der DIN 18915 und in anderen DIN-Normen wird auf Vegetationsschichten eingegangen. Die vorgeschlagenen Untersuchungen sind bei vielen Objekten jedoch nicht durchführbar. Einfache, praktikable Anwendungsrezepte müssen erarbeitet werden, damit Planer und Ausführende ohne Risiken durch den Einsatz erprobter, überall erhältlicher Mittel gute und preiswerte Anlagen erstellen können.

Das Substrat einer Vegetationsschicht muß Luft, aber auch genügend Wasser enthalten. Daneben hat ausreichender Nährstoffgehalt für ein gutes Pflanzenwachstum vorzuliegen. Bei belastbaren Vegetationsschichten kommt noch die Forderung nach einer ausreichenden Trittfestigkeit hinzu.

2. Überlegungen für einen Versuch

Bei der Prüfung sollte berücksichtigt werden, daß die Ausgangsstoffe überall erhältlich sind und Zusammensetzung sowie Herstellung der Mischung einfach ist. Der Versuch sollte sich auf belastbare Vegetationsschichten von Dachgärten beschränken; die Substratfrage für unbelastete Vegetationsschichten ist gelöst, wo jede gute Industrieerde verwendet werden kann und Torfkultursubstrate (z. B. TKS) sich besonders bewährt haben. Diese Industrieerden sind für belastete Vegetationsschichten jedoch nicht brauchbar, sie sind nicht trittfest genug.

Die Versuchsproblematik wurde mit einigen Dozenten der Fachhochschule für Gartenbau Osnabrück und Fachleuten der Torfstreuverband GmbH Oldenburg durchgesprochen. Es stellte sich bald heraus, daß es unmöglich ist, alle in der Diskussion auftauchenden Fragen in einem Versuch unterzubringen. Als Kompromiß wurde folgender zweifaktorieller Versuch geplant und durchgeführt:

2.1. Faktor: Humussubstanz

Es wurde, entsprechend dem vorgelegten Rezept, das Industrieerzeugnis „Florahum“ gewählt, das überall in gleicher Qua-

lität zu haben ist. „Florahum“ ist ein Gemisch aus Spezialtorfen mit schnell- und langsamwirkenden Nährstoffen und einem durch Kalk stabilisierten pH-Wert sowie Mikroorganismen. Die Florahumanteile sollten gestaffelt werden.

2.2. Faktor: Sand

Vorgesehen war Sand nach der Sieblinie C 3. Es zeigte sich aber bald, daß diese Mischung in den meisten Fällen nicht verfügbar ist. Um nicht von unrealistischen Voraussetzungen auszugehen, sollte gewaschener Flußsand in unterschiedlichen Körnungen eingesetzt werden.

Abb. 1

VERSUCHSPLAN M. VERSUCHSFRAGEN

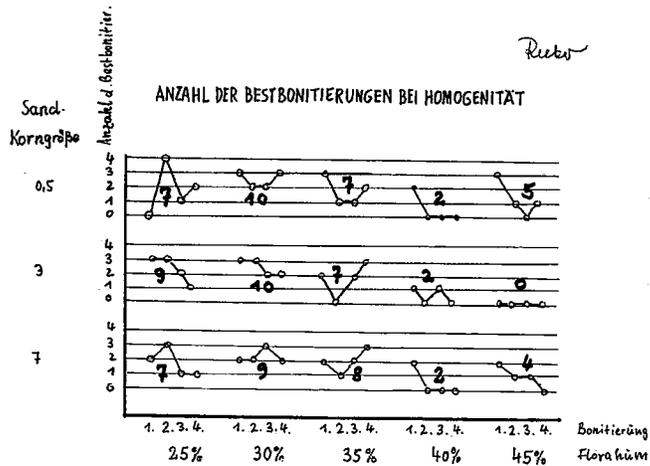
25 ^{0,5} ₃	45 ³ ₇	40 ⁷ _{0,5}	30 ⁷ ₃	↑ N ↓
30 ³ ₇	40 ⁷ _{0,5}	35 ^{0,5} ₃	45 ³ ₇	
35 ⁷ _{0,5}	30 ^{0,5} ₃	25 ³ ₇	40 ⁷ _{0,5}	
40 ^{0,5} ₇	25 ³ _{0,5}	45 ^{0,5} ₇	35 ⁷ _{0,5}	
45 ⁷ ₃	35 ^{0,5} ₇	30 ⁷ ₃	25 ³ ₇	
30 ^{0,5} ₇	45 ⁷ ₃	40 ^{0,5} ₇	35 ³ _{0,5}	
35 ³ _{0,5}	30 ³ ₇	25 ⁷ _{0,5}	40 ⁷ ₃	
40 ⁷ _{0,5}	25 ^{0,5} ₇	45 ⁷ ₃	35 ^{0,5} ₃	
45 ³ _{0,5}	35 ⁷ ₃	30 ³ _{0,5}	25 ⁷ _{0,5}	

VERSUCHSFRAGEN :

Große Zahl: 25 = 25% Florahum + 75% Sand
 30 = 30% " + 70% " 4
 35 = 35% " + 65% " 4
 40 = 40% " + 60% " 4
 45 = 45% " + 55% " 4

Kleine Zahl: 0,5 = gewaschener Sand v. 0-0,5 mm φ
 3 = " " " 0-3 mm φ
 7 = " " " 0-7 mm φ

Abb. 4



Weitere Vereinfachungen zeigen die Abb. 5–7, wo nur die Anzahl der Bestbonitierungen erscheinen. Flächen, die die Zahlen 10 und mehr einschließen, wurden gestrichelt. In Abb. 8 endlich wurden diese Mengendiagramme zur Deckung gebracht und die Schnittfläche eingezeichnet, in denen alle Mengen enthalten sind. In dieser Fläche befinden sich jeweils die Bestwerte der Homogenität, Dichte und Farbe.

Abb. 5

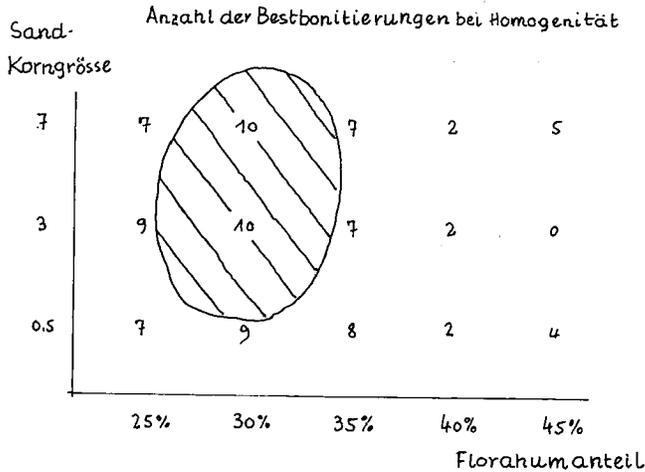
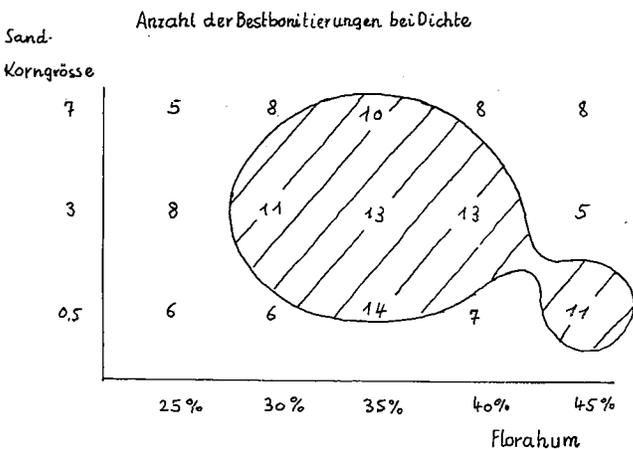


Abb. 6



5. Folgerungen

Die Ergebnisse müssen unter dem Gesichtspunkt des Mangels dieses Versuches gesehen werden. Die Stärke der Vegetationsschicht war zu gering, um sie mit einer Folie vom Untergrund zu trennen. Vegetationsschichten von 10 cm sind bei Rasenflächen einfach zu dünn, wenn nicht mit häufigen künstlichen Beregnungen gearbeitet wird; das trifft allerdings nur für Tragschichten nach DIN 18035 – Bl. 4 zu sowie für Dachrasen. Mit Sicherheit hat aber Wassermangel diesen Versuch negativ beeinflusst.

Abb. 7

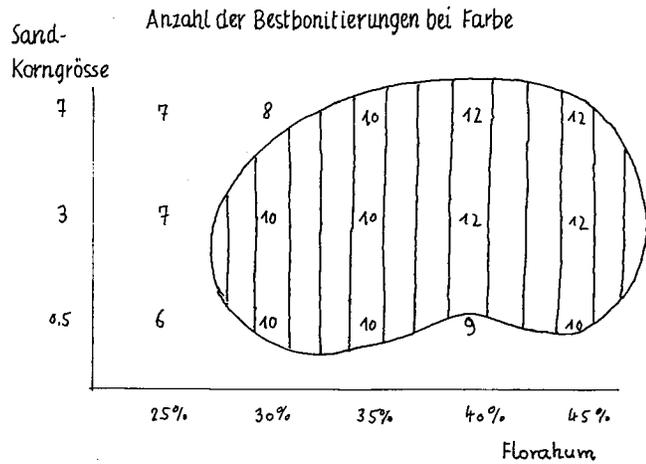
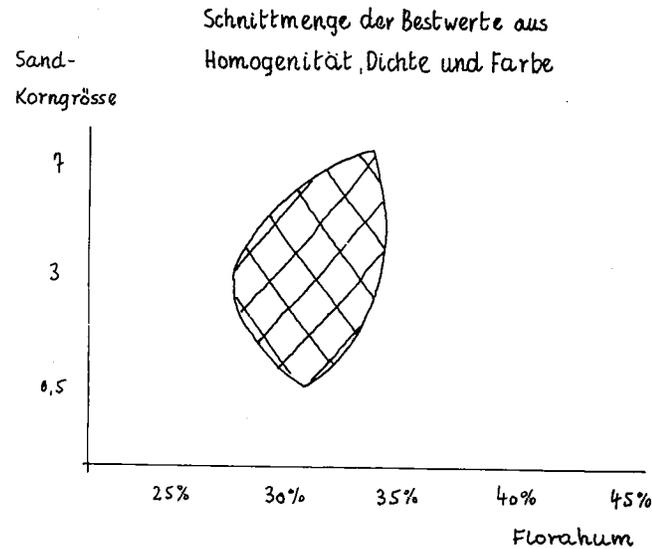


Abb. 8



Die grafische Auswertung in der Abb. 8 führt aber trotzdem zu einem sehr klaren Ergebnis. Alle Bestwerte liegen in einer relativ kleinen Fläche und zwar bei einem Florahumanteil von etwa 28–34% und einer Sand-Korngröße, die ungefähr zwischen 0,5 bis 7,0 liegt (mm Durchmesser). Es ist deshalb sehr sicher, daß die dem Versuch zugrunde liegende Basisempfehlung von 35 Vol. % Florahum und 65 Vol. % Sand richtig ist zur Herstellung belastbarer Vegetationsschichten. Für die Korngröße kann eine Mischung von 0–3 mm gewählt werden. Die geänderte DIN enthält die Korngröße 0–2 mm, die nach dem Ergebnis ebenfalls verwendet werden kann. Ein weiterer Versuch läuft im Jahre 1974 unter Berücksichtigung der in diesem Versuch gewonnenen Erkenntnisse.

Zusammenfassung

An der Fachhochschule Osnabrück wurde einer für Praktiker wichtigen Frage des Dachgartenbaues nachgegangen. In Zusammenarbeit mit der Firma Torfstreuverband GmbH Oldenburg wurde die von diesem Verband empirisch gefundene Empfehlung geprüft, für belastbare Vegetationsschichten (DIN 18915) eine Mischung aus 65 Vol. % Sand und 35 Vol. % Florahum einzusetzen. In einem mehrfaktoriellen Versuch zeigte diese Mischung das beste Ergebnis. Ein weiterer Versuch, der das bisherige Resultat festigen soll, ist geplant.

Summary

Certain aspects of roof gardening were studied by the technical college in Osnabrück from the practical gardener's point of view. A recommendation, based on empiric experiments carried out by the firm "Torfstreuverband" Ltd. in Oldenburg, was tested in cooperation with this enterprise. The use of a mixture of 65 vol. % sand and 35 vol. % Florahum had been suggested for wear-resistant vegetation layers (DIN 18915). This mixture proved indeed most successful when applied during an experiment involving several factors. Another experiment is going to be carried out to verify these results.

Die botanische Zusammensetzung der Rasennarben auf der Internationalen Gartenbauausstellung Wien 1974

W. Opitz von Boberfeld, Bonn

1. Ziel der Untersuchungen

Auch auf der Internationalen Gartenbauausstellung in Wien, die auf einem Gelände im Süden der Stadt neu angelegt wurde, wird ein großer Teil des Geländes von Rasenflächen eingenommen. Bei der Anlage der Flächen wurden ferner verschiedene Samenmischungen zur Aussaat gebracht. Ziel der hier durchgeführten Untersuchungen ist es daher, ähnlich wie bei früheren Untersuchungen derartiger Flächen (BOEKER u. OPITZ v. BOBERFELD, 1971; OPITZ v. BOBERFELD, 1973), die Eigenschaften der Rasenflächen herauszustellen, um damit Anregungen für die Gestaltung von Rasenflächen auf Ausstellungen wie auch im öffentlichen Grün zu geben.

2. Material und Methodik

Die Vegetationsaufnahmen wurden am 16. und 17. 9. 1974 durchgeführt. Festgestellt wurde das Ausmaß der Bodenbedeckung einzelner Arten. Die Anteile erscheinen in den folgenden Tabellen als v. H.-Angaben. Arten, die nur spurenweise vorkommen, deren Anteil unter ein Prozent liegt, haben das Symbol „+“. Jeder in den Tabellen aufgeführte Wert stellt einen Mittelwert dar, der sich aus vier Vegetationsaufnahmen zusammensetzt, die über die erfaßten Flächen gleichmäßig verteilt waren. Diesem Bericht liegen somit insgesamt 72 Vegetationsaufnahmen zugrunde.

Auf dem Gelände kamen vorwiegend drei Mischungen zur Aussaat. Diese setzten sich nach Angaben von GESCHEL (1974) und HERRNFELD (1974) aus den in der Tabelle 1 angeführten Anteilen zusammen.

Tabelle 1:
Gewichtsanteile einzelner Arten in der Saatmischung

Mischung	I	II	III
Agrostis tenuis		10	
Festuca rubra commutata		20	
Festuca rubra commutata KOKET	15		
Festuca rubra commutata TOPIE			15
Festuca rubra rubra		20	
Festuca rubra rubra GOLFROOD	15		
Lolium perenne		20	
Poa pratensis		30	
Poa pratensis ARISTA			25
Poa pratensis BARON	35		10
Poa pratensis NEWPORT	35		35

Für einen großen Teil der Rasenflächen, wie z. B. im Kurgarten, erfolgte eine weitere Mischung der Mischungen I und II (GESCHEL, 1974).

Die Ergebnisse werden für den Nord- und Südteil des Geländes getrennt dargestellt, wobei als Trennlinie die Zone vom Westeingang bis Weinlehrpfad anzusehen ist.

3. Ergebnisse

3.1. Südlicher Teil

Bei den Flächen 1 und 2 – Tabelle 2 – handelt es sich um hügeliges Gelände im Kurgarten. Zur Aussaat kam hier ein Gemisch der Mischungen I und II (GESCHEL, 1974). Hauptbestandsbildner war hier *Lolium perenne*; je nach Exposition wechselte die Zusammensetzung der Bestände stärker. Im Hinblick auf die Pflegearbeiten – Wasserversorgung, Schnitt, Schnittgutentfernung – ist ein großer Teil der Böschungen zu steil angelegt. Wenn man sich für die Anlage von steileren Böschungen entschließt, sollte man sich bei der Planung anstatt für Rasen besser für pflegearme Bepflanzungen entscheiden (OPITZ v. BOBERFELD, 1973). Die Verwendung von *Lolium perenne* ist bei einer derartigen Oberflächengestaltung günstig zu beurteilen, da diese Art insbesondere in dem Zeitraum von der Anlage bis zum Narbenschluß das Risiko von Erosionen durch die rasche Anfangsentwicklung und die intensive Durchwurzelung mindert (BOEKER, 1974 a, b; POMMER, 1972).

Die Fläche 3 – Tabelle 2 – grenzte an den westlichen Teil des Kurgartens. Zur Aussaat gelangte auch hier ein Gemisch der Mischungen I und II (GESCHEL, 1974). Hauptbestandsbildner ist hier *Poa pratensis*, obwohl die Dominanz zwischen den

Tabelle 2: Rasen im südlichen Teil des Geländes

Fläche Nr.	1	2	3	4	5	6	7
Agrostis tenuis	+	+	+				
Dactylis glomerata			+				
Festuca rubra	38	35	36	49	+		37
Lolium perenne	62	65	24	31	100		27
Phleum nodosum						95	1
Poa annua	+	+	+	+	+		
Poa pratensis	+	+	40	20		4	36
Poa trivialis			+				
Medicago lupulina	+	+	+				+
Trifolium repens	+	+	+	+	+		
Achillea millefolium							+
Capsella bursa-pastoris	+						
Cirsium arvense			+	+	+		+
Cirsium vulgare	+	+					
Galium boreale			+				
Matricaria matricarioides			+	+	+		
Plantago maior		+	+	+			
Plantago media		+					
Polygonum aviculare	+		+	+	+		
Rumex crispus				+			
Rumex obtusifolius	+	+		+			
Stellaria media	+	+	+				+
Taraxacum officinale				+			
Veronica persicaria			+				

Einzelaufnahmen stark wechselt. Bei dieser Mischung hätte man auf den *Lolium perenne*-Anteil verzichten sollen, da das Vorkommen dieser Art Rückwirkungen auf die Schnitthäufigkeit hat.

An die Sommerblumenvergleichsschau grenzt die Fläche 4 – Tabelle 2. Auch hier kam ein Gemisch der Mischungen I und II zur Aussaat (GESCHEL, 1974). Die Dominanz und das Vorkommen der Kräuter wechselte zwischen den Einzelaufnahmen. Insgesamt gesehen ist hier *Festuca rubra* Hauptbestandsbildner.

Bei der Fläche 5 – Tabelle 2 – handelt es sich um die Tribüne der Freizeitspiele. Die Narbe zeichnete sich durch gute Dichte und sehr geringe Verunkrautung aus.

Die Flächen 6 und 7 – Tabelle 2 – liegen im Bereich der Rasengolfanlage, wobei die Vegetationsaufnahmen der Fläche 6 aus der Spielbahn und die der Fläche 7 von den Randzonen stammen. Während die Randzonen zum Zeitpunkt der Vegetationsaufnahme eine Aufwuchshöhe von ca. 5 cm aufwiesen, betrug die Aufwuchshöhe der Spielbahnen 1,5 cm.

Im Bereich der Spielbahnen befand sich auf der Bodenoberfläche eine Nylonmatte, die von HAUSER (1974) beschrieben wird. Die Vorzüge dieser Mattenausführung und Einbauweise waren nicht überzeugend, da der Anteil an Fehlstellen sich deutlich abhob. Sicherlich ist hier für den nicht befriedigenden Aspekt auch die ungünstige Zusammensetzung des Pflanzenbestandes maßgebend, denn einen Tiefschnitt über längere Zeit vertragen nur wenige Arten wie *Agrostis stolonifera* und *Agrostis tenuis*, die wahrscheinlich nicht in der Saatmischung enthalten waren und deshalb auch nicht im Bestand festgestellt wurden.

3.2. Nördlicher Teil

Die Fläche 8 liegt am Eingang B – Westeingang. Ausgesät wurde hier die Mischung III, daneben erfolgten in Zusammenhang mit Bepflanzungen Nachsaaten (GESCHEL, 1974). Der beachtliche Anteil von *Lolium perenne* auf dieser Fläche ist vermutlich auf die erfolgten Nachsaaten zurückzuführen – Tabelle 3. Zwischen der Fläche 8 und dem Seerosenteich liegt die Fläche 9. Zwischen den einzelnen Aufnahmepunkten wechselte die Zusammensetzung der Pflanzenbestände stark. Auch auf den Flächen 10, 11 und 12 ist *Lolium perenne* Hauptbestandsbildner. Ausgesät wurde hier die Mischung II (GESCHEL, 1974) – Tabelle 1. Die Flächen 10 und 11 liegen am nord-westlichen Rand des Ausstellungsgeländes, die Fläche 12 im Paradiesgarten. Stärker begangen wurden die Flächen 10 und 12, was sich auch in dem höheren Anteil von *Lolium perenne* zeigt – Tabelle 3.

Tabelle 3: Rasen im nördlichen Teil des Geländes

Fläche Nr.	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Agrostis tenuis</i>				+		+					+
<i>Dactylis glomerata</i>							+				
<i>Festuca rubra</i>	40	23	2	42	31	60	51	65	51	17	29
<i>Holcus lanatus</i>							+				
<i>Lolium multiflorum</i>		+									+
<i>Lolium perenne</i>	35	69	81	49	69	34	+	7	38	60	71
<i>Phleum nodosum</i>									5		
<i>Poa annua</i>	1	1	+	1		+	+	+	+	+	+
<i>Poa pratensis</i>	24	7	17	8		6	49	29	6	23	
<i>Poa trivialis</i>		+									
<i>Lathyrus pratensis</i>		+									
<i>Medicago lupulina</i>	+					+	+	+		+	
<i>Trifolium repens</i>	+					+	+	+		+	+
<i>Achillea millefolium</i>						+	+				
<i>Atriplex patula</i>	+										
<i>Bellis perennis</i>		+									
<i>Cirsium arvense</i>						+	+	+			
<i>Cirsium vulgare</i>	+	+				+	+	+			+
<i>Glechoma hederacea</i>			+					+			
<i>Geranium molle</i>											+
<i>Matricaria matricarioides</i>						+	+	+			
<i>Plantago maior</i>		+	+			+	+	+			
<i>Polygonum aviculare</i>		+				+	+				+
<i>Ranunculus repens</i>											+
<i>Rumex crispus</i>			+	+	+			+	+		
<i>Rumex obtusifolius</i>						+	+	+			
<i>Sonchus oleraceus</i>											+
<i>Stellaria media</i>	+		+	+	+					+	+
<i>Taraxacum officinale</i>	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Veronica persicaria</i>	+	+						+			

Am Eingang C im Norden dem Geländes liegt die Fläche 13. Hier ist *Festuca rubra* der Hauptbestandsbildner, obwohl auch hier die Mischung II zur Aussaat kam. Diese Fläche zeichnete sich durch eine gute Narbendichte aus.

Die Flächen 14, 15 und 16 liegen im bzw. am Österreichischen Berggarten. Zur Aussaat gelangte hier die Mischung I (GESCHEL, 1974) – Tabelle 1. Für die Begrünung der Fläche 16, die zur Lehrschau der Gärtnerinnung gehört, wurde eine andere Mischung verwendet, was aus dem *Lolium perenne*- und *Phleum nodosum*-Anteil abgeleitet werden kann. Insbesondere die Flächen 14 und 15 zeichneten sich durch vergleichsweise geringe Zuwachsraten aus, was sich im Hinblick auf die Pflege günstig auswirkt.

In den Bereichen Kinderzoo und Musterhäuser liegen die Flächen 17 und 18. Nach Angaben von GESCHEL (1974) wurde hier ein Gemisch der Mischungen I und II – Tabelle 1 – ausgesät. Obwohl diese Flächen stark strapaziert wurden, war der Aspekt zufriedenstellend.

4. Diskussion

Im Vergleich zu den letzten Bundesgartenschauen (BOEKER u. OPITZ v. BOBERFELD, 1971; OPITZ v. BOBERFELD, 1973) war eine Rasenvergleichsschau in Wien nicht vorhanden. Über eine Zusammensetzung der Saadmischungen ergaben sich für den Besucher auch keine Möglichkeiten für eine Information an den einzelnen Flächen. Im Vergleich zu anderen Kulturen wurde hier in bezug auf den Rasen wenig Aufklärungsarbeit geleistet. Dieser Hinweis sollte bei zukünftigen Gartenbauausstellungen beachtet werden, da auf diesem Sektor, wie andere Ausstellungen gezeigt haben, bei den Besuchern ein Bedarf an Information besteht.

Im südlichen Teil des Ausstellungsgeländes waren recht steile Böschungen noch als Rasenflächen angelegt. Es wurde bereits früher (OPITZ v. BOBERFELD, 1973) darauf hingewiesen, daß derartige Flächen mit pflegearmen Bepflanzungen begrünt werden sollten, wie z. B. mit *Cotoneaster dammeri*, *Pachysandra terminalis* u. a., da sowohl die Kosten für Pflege wie auch die Qualität der Pflegearbeiten auf steileren Böschungen sehr ungünstig zu beurteilen sind. Die Anlage von Rasenflächen bei einer derartigen Oberflächenform ist, von Rollrasen einmal abgesehen, bedingt durch die Gefahr von Erosionen und unterschiedliche Austrocknung, mit einem wesentlich höheren Risiko behaftet. Die Mitverwendung von *Lolium perenne* in der Mischung ist hier, bedingt durch raschen Aufruf (POMMER, 1972) und intensive Durchwurzelung (BOEKER, 1974 a, b) sicherlich im Hinblick auf Erosionsgefahren günstig zu beurteilen.

Aus den Vegetationsaufnahmen der Rasengolfanlage im südlichen Teil des Ausstellungsgeländes, Fläche Nr. 6, ist zu ersehen, daß die Zusammensetzung des Pflanzenbestandes in bezug auf die Nutzung unerwünscht ist. Da *Agrostis spec.* hier

völlig fehlen, ist davon auszugehen, daß hier bei der Zusammenstellung der Mischung Fehler unterlaufen sind. Insofern läßt sich auch schwer die Funktion der eingebauten Nylonmatte beurteilen.

Cynosurus cristatus und *Festuca arundinacea* wurden nicht festgestellt. Es lagen auch keine Gründe vor, diese beiden Arten hier zu verwenden; dagegen wurde *Lolium perenne* auf sämtlichen erfaßten Flächen festgestellt. Sehr wahrscheinlich handelte es sich hier bei der von *Lolium perenne* verwendeten Sorte bzw. den verwendeten Sorten in dem Ausstellungsgelände nicht um Typen mit guten Raseneigenschaften; von daher erhebt sich die Frage, ob die starke Verwendung dieser Art hier gerechtfertigt war, denn es kann davon ausgegangen werden, daß Saaten der Mischungen I und III im Hinblick auf die Pflegearbeiten sicherlich problemloser und auch im Aspekt günstiger zu beurteilen sind.

Hervorzuheben ist ferner der geringe Anteil von *Agrostis tenuis* in den Vegetationsaufnahmen, obwohl diese Art nach Angaben von GESCHEL (1974) auf vielen Flächen mit ausgesät wurde. Die Ursachen ihrer geringen Verbreitung sind vermutlich auf die hohe Konkurrenzkraft von *Lolium perenne* sowie die klimatischen Standortverhältnisse zurückzuführen. Die geringe Verbreitung von *Agrostis tenuis* ist günstig zu beurteilen, da das Verhalten dieser Art in Mischungen in der Regel problematisch ist; so ist der Aspekt im Sommer durch Wassermangel wie auch im Winter durch pilzliche Infektionen vielfach ungünstig zu beurteilen. Ferner ist diese Art bei entsprechenden Voraussetzungen sehr konkurrenzstark, so daß in kurzer Zeit einseitige Pflanzenbestände entstehen können (OPITZ v. BOBERFELD, 1973). Das sind Gründe, die heutzutage gegen eine Verwendung von *Agrostis tenuis* in Gebrauchsrasen hierzulande sprechen. Diese Aussage deckt sich damit nicht völlig mit den Empfehlungen der DIN 18 917 Rasen (DEUTSCHER NORMENAUSSCHUSS, 1973).

5. Zusammenfassung

Auf der Internationalen Gartenbauausstellung in Wien wurde ein großer Teil der Ausstellungsfläche von Rasen eingenommen. Von 18 größeren Grünflächen wurden insgesamt 72 Vegetationsaufnahmen durchgeführt. Folgende Schlußfolgerungen lassen sich aus der Erhebung für die Anlage von Rasenflächen allgemein und für Gartenbauausstellungen speziell ziehen:

1. Flächen mit steilen Böschungen eignen sich nicht für die Anlage von Gebrauchsrasen, da der Narbenschluf an ein höheres Risiko gebunden und eine spätere sachgemäße Pflege wesentlich erschwert oder gar nicht möglich ist. Hier wird auf andere Möglichkeiten der Begrünung verwiesen.
2. Obwohl *Agrostis tenuis* in der Saadmischung vieler Flächen enthalten war, konnte nur ein geringer Deckungsgrad festgestellt werden, der einmal in der hohen Konkurrenzkraft von *Lolium perenne* und daneben in den klimatischen Standortverhältnissen begründet sein dürfte.
3. Der hohe Bedeckungsgrad von *Lolium perenne* wird herausgestellt; in diesem Zusammenhang wird auf die erhöhten Pflegekosten durch eine höhere Schnitzzahl verwiesen. Dagegen ist die Verwendung dieser Art auf erosionsgefährdeten Zonen vorteilhaft.
4. Bei der vorhandenen, mit einer synthetischen Matte versehenen Rasengolfanlage wird auf die nicht befriedigende Zusammensetzung des Pflanzenbestandes verwiesen und das Fehlen von *Agrostis spec.* herausgestellt. Für die Gestaltung zukünftiger Ausstellungen ist es sicherlich nützlich, auch Rasenspiel- und Sportfelder anzulegen.
5. Im Vergleich zu anderen Bepflanzungen erhielt der Besucher keine Information zur Anlage der Rasenflächen, da weder eine Rasenvergleichsschau noch eine Beschilderung der größeren Rasenflächen vorhanden war. Hier liegt ein echter Informationsbedarf vor, den man in Zukunft berücksichtigen sollte.

6. Literaturverzeichnis

1. BOEKER, P., 1974a: Die Wurzelentwicklung unter Rasengräserarten und -sorten. Rasen – Turf – Gazon 5, 1–3.
2. BOEKER, P., 1974b: Die Wurzelmassenentwicklung einiger Untergräser. – Das wirtschaftseigene Futter 20, 82–94.
3. BOEKER, P. u. W. OPITZ v. BOBERFELD, 1971: Beobachtungen auf den Rasenflächen der Bundesgartenschau Köln. – Der Erwerbsgärtner 25, 1623–1625.
4. DEUTSCHER NORMENAUSSCHUSS, 1973: DIN 18917 – Rasen, 1–5.

5. GESCHEL, F., 1974: *Schriftl. Mitt.*
6. HAUSER, G., 1974: Verstärkter Naturrasen setzt sich durch. — *Das Gartenamt* 23, 413–414.
7. HERRNFELD, U., 1974: *Schriftl. Mitt.*
8. OPITZ v. BOBERFELD, W., 1973: Die botanische Zusammensetzung der Rasenflächen im Gelände der Internationalen Gartenbauausstellung Hamburg 1973. — *Rasen — Turf — Gazon* 4, 82–84.
9. POMMER, G., 1972: Art- und sortenbedingte Variation von Rasengräsern. — *Rasen — Turf — Gazon* 3, 89–93.

Zusammenfassung

Auf der Internationalen Gartenbauausstellung in Wien wird ein großer Teil des Geländes von Rasenflächen eingenommen. Da die Rasenflächen mit verschiedenen Mischungen neu angelegt wurden, ist das Ziel der hier durchgeführten Untersuchung, die Eigenschaften der Rasenflächen herauszustellen, um damit Anregungen für die Gestaltung von Rasenflächen auf Ausstellungen wie auch im öffentlichen Grün zu geben.

Flächen mit steilen Böschungen, wie sie im südlichen Teil des Ausstellungsgebietes vorkommen, eignen sich nicht für die Anlage von Gebrauchsrasen, da der Narbenschluss an ein höheres Risiko gebunden und eine spätere sachgemäße Pflege wesentlich erschwert oder gar nicht möglich ist. Hier wird auf die Möglichkeit der Begrünung mit pflegearmen Bepflanzungen verwiesen, wie z. B. *Cotoneaster dammeri*, *Pachysandra terminalis* u. a.

Obwohl *Agrostis tenuis* in der Saatmischung vieler Flächen enthalten war, zeichnete sich diese Art durch einen geringen Deckungsgrad im Pflanzenbestand aus. Als Hauptursache dafür werden die hohe Konkurrenzfähigkeit von *Lolium perenne* und die klimatischen Standortverhältnisse angeführt. *Lolium perenne* erreicht dagegen auf vielen Flächen hohe Bedeckungsgrade. In dem Ausstellungsgebiet war auch eine kleine Rasengolfanlage vorhanden. Im Bereich der Spielbahnen befand sich auf der Bodenoberfläche eine Nylonmatte. Da der Pflanzenbestand im Hinblick auf die Nutzung eine unerwünschte Zusammensetzung aufwies, läßt sich die Funktion der eingebauten Matte nur sehr schwer beurteilen. Es wird angeregt, bei der Gestaltung zukünftiger Ausstellungen auch Rasenspiel- und Sportfelder anzulegen. Im Vergleich zu anderen Bepflanzungen erhielt der Besucher keine Information zur Anlage der Rasenflächen, da weder eine Rasenvergleichsschau noch eine Beschilderung der größeren Rasenflächen vorhanden war. Diese weiteren Informationsmöglichkeiten sollte man auf zukünftigen Gartenbauausstellungen besser nutzen.

Summary

The International Horticultural Show in Vienna also comprises numerous lawns. Various mixtures had been used in the production of these new turfs. It was now the question, during this study, to ascertain the properties of these with a view to providing new ideas for the production of turf for exhibitions and public parks etc.

Steep slopes, as they prevail in the southern part of the show grounds, are obviously unsuitable for the production of common turfs, since a greater risk is run in connection with the closing of the sward, rendering proper management measures later on much more difficult or making them even impossible. This is why the possibility of producing a green cover with plants requiring less care is pointed out, such as *Cotoneaster dammeri*, *Pachysandra terminalis* and others.

Agrostis tenuis had been a component of quite a few of these seed mixtures. It appeared, however, that this species was characterized by small covering in the plant population. The main reason given are the high competitive power of *Lolium perenne* and the climatic conditions of the site concerned. *Lolium perenne*, however, provided an excellent cover for many areas. The show grounds also comprised a small turf golf course, whose surface was covered by a nylon mat within the realm of the tracks. Since the plant population had an undesirable composition as far as the utilization was concerned, it is very difficult to say how the mat actually functioned. It is therefore suggested that turf playing grounds and sports grounds should form part of future shows. In contrast to other instances, the visitor did not receive any information on the establishment of the turfs. There was neither a turf show for comparison purposes nor were there sign-boards along the larger turf areas. This additional source of information should be more widely tapped in other horticultural shows in the future.

Die Wurzelentwicklung unter Rasengräserarten und -sorten (Schluß)

P. Boeker, Bonn

f) Wurzelmassenentwicklung unter *Agrostis tenuis* und *Agrostis stolonifera*

Von den *Agrostis*-Arten werden zunächst die morphologisch, d. h. hinsichtlich ihrer Blattbreite ähnlichen Arten *Agrostis tenuis* und *Agrostis stolonifera* zusammenfassend behandelt, da von der zuletzt genannten Art nur zwei in der Prüfung standen. Insgesamt waren es 14 Sorten und Stämme, von denen die Nummern 1–12 zu *Agrostis tenuis* und die Nummern 13 und 14 zu *Agrostis stolonifera* gehörten.

- | | |
|------------------|---------------|
| 1. Astoria | 8. Tracenta |
| 2. Bardot | 9. Stamm a |
| 3. Brabantia | 10. Stamm b |
| 4. Boral | 11. Stamm c |
| 5. Highland bent | 12. Stamm d |
| 6. Penncross | 13. Prominent |
| 7. Seaside | 14. Smaragd |

Bei diesen beiden Arten, wie auch bei *Agrostis canina*, wurden die Parzellen mit zwei verschiedenen Schnitthöhen behandelt, und zwar wurde ein Teil immer auf 3 cm zurückgeschnitten, wie im üblichen Strapazierrasen, ein anderer Teil wurde auf 1 cm Höhe gemäht wie für feinste Zierrasen. Das wirkte sich sehr deutlich auf die Grasnarben wie auf die Wurzelentwicklung aus, d. h. die Grasnarben blieben bei 1 cm Schnitthöhe dichter, zugleich ging bei dieser Behandlung die Wurzelmenge erwartungsgemäß zurück.

Alle ausgesäten Sorten und Stämme entwickelten bald dichte Grasnarben mit nur geringer Verunkrautung abgesehen davon, daß sich im Laufe der Jahre *Poa annua* ansiedelte, ohne aber die angesäten Gräser zu stark zu verdrängen. Leider gingen bei einigen Sorten bei einzelnen Terminen die Proben verloren (November 1971, Juli 1972). Ferner gab es bei der

Sorte Nr. 12 im Oktober 1972 in der Schicht von 0–5 cm einen Wert, der auf einen nicht mehr aufzuklärenden Fehler bei der Analyse der Proben beruhen muß. Dieser Wert blieb daher in den Tabellen bei der Mittelbildung unberücksichtigt. Die Ergebnisse der Wurzeluntersuchungen bei den fünf Terminen zeigen die **Tabellen 21 und 22**.

Zunächst wird deutlich erkennbar, daß zu allen Schnittzeitpunkten und in allen Bodentiefen bei der Schnitthöhe von 3 cm von den Pflanzen durchschnittlich mehr Wurzeln ausgebildet wurden als bei der Schnitthöhe von 1 cm. Im Einzelfall können bei einzelnen Terminen bei einigen Sorten und Stämmen in einzelnen Schichten auch einmal mehr Wurzeln beim Tiefschnitt gefunden werden. Bei der Höhe der vorliegenden Grenzdifferenzen sind diese Unterschiede bei den beiden Behandlungen nur als Tendenzen, nicht als abgesicherte Werte zu betrachten. Ferner ist zu sehen, daß die Wurzelwerte bei diesen *Agrostis*-Arten immer geringer sind als diejenigen, die bei den schon vorher besprochenen Arten gefunden wurden. Vor allem in den tieferen Bodenschichten wurden meist nur noch geringe Wurzelmassen festgestellt.

Wenn man die Rangordnung der Sorten nach abnehmenden Wurzelmassen in den verschiedenen Bodenschichten als Mittel der Werte zu den verschiedenen Terminen betrachtet (**Tab. 23**), so ist zunächst auffällig, daß die Rangordnung bei 3 cm und 1 cm Schnitthöhe nicht übereinstimmt. Das bedeutet, daß die Sorten auf den Tiefschnitt bezüglich ihrer Wurzelmassenbildung verschieden reagieren.

So steht Astoria an der Spitze beim Schnitt auf 3 cm, während sie bei Tiefschnitt an vierter Stelle steht. Fast umgekehrt ist es bei der Sorte Tracenta, während Highland bent anscheinend Tief- wie Hochschnitt gleich gut verträgt. Ein-

Tabelle 21: Wurzelmasse bei Sorten und Stämmen von *Agrostis tenuis* (1-12) und *Agrostis stolonifera* (13,14)

in dz/ha sand- und aschefreie Wurzeltrockenmasse

Schichttiefen: a = 0 - 5 cm c = 10 - 15 cm
b = 5 - 10 cm d = 15 - 20 cm

Schnitthöhe 3 cm

lfd. Nr.	Sorten-Nr.	Dez. 1970				Juni 1971				November 1971			
		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
1	1	30,06	5,52	48,29	6,50	4,26	41,10	5,19	2,30	1,57			
2	2	36,57	6,79	22,50	6,05	3,63	50,69	2,72	1,59	0,87			
3	3	32,70	6,24	46,22	8,70	4,28	39,96	3,66	1,40	0,85			
4	4	36,45	5,05	40,67	7,18	4,51	64,65	4,02	2,10	1,15			
5	5	39,37	6,76	62,72	9,69	5,40	78,59	5,43	2,41	0,89			
6	6	21,61	6,31	28,12	6,70	3,95	59,26	4,67	1,60	0,85			
7	7	30,74	4,69	38,75	9,69	3,99	--	--	--	--			
8	8	37,46	5,66	34,25	6,36	4,00	68,29	3,92	1,06	0,56			
9	9	41,20	3,86	25,06	5,66	2,73	--	--	--	--			
10	10	40,03	2,82	48,90	5,42	2,70	52,85	2,75	1,83	1,09			
11	11	33,40	4,62	37,43	5,71	3,26	32,57	3,11	1,80	0,46			
12	12	33,91	5,96	38,62	7,59	3,94	56,41	5,29	2,16	0,99			
13	13	28,36	3,75	25,73	5,46	2,70	49,59	2,73	1,24	0,60			
14	14	45,24	5,16	61,56	7,61	4,43	86,65	3,75	1,57	1,05			
Mittel		34,79	5,20	39,92	7,02	3,84	56,72	3,94	1,75	0,91			
GD 5 %		8,98	1,47	14,17	1,46	1,12	27,21	1,51	0,82	0,53			

lfd. Nr.	Sorten-Nr.	Juli 1972				Oktober 1972			
		a	b	c	d	a	b	c	d
1	1	--	--	--	--	68,04	8,10	4,05	3,33
2	2	94,74	9,12	4,86	3,38	38,27	3,97	2,15	1,59
3	3	53,21	5,76	3,08	2,71	112,83	11,64	4,89	3,81
4	4	62,75	8,03	5,28	3,61	30,36	4,49	2,20	1,84
5	5	110,60	9,19	4,88	3,16	27,33	3,16	1,87	0,71
6	6	52,67	6,63	4,62	2,53	78,51	9,73	5,15	4,83
7	7	85,48	8,24	5,32	3,44	72,80	7,79	4,86	3,21
8	8	111,90	13,43	6,79	5,27	36,06	2,50	2,06	1,21
9	9	125,59	4,86	3,75	3,04	48,30	2,86	1,52	0,57
10	10	97,53	7,56	5,28	3,95	60,76	5,19	2,27	1,65
11	11	93,19	14,90	9,48	5,68	58,77	4,83	2,52	1,62
12	12	93,01	9,00	6,55	3,51	9,73	6,11	2,18	1,37
13	13	110,88	12,30	7,18	4,48	31,72	3,50	1,47	1,12
14	14	75,66	6,49	3,60	2,29	83,58	7,13	5,11	5,18
Mittel		89,79	8,89	5,44	3,62	57,49	5,79	3,02	2,29
GD 5 %		23,88	2,88	2,20	1,50	30,46	2,27	1,29	1,19

+) Wert blieb bei der Mittelbildung unberücksichtigt

Tabelle 22: Wurzelmasse bei Sorten und Stämmen von *Agrostis tenuis* (1-12) und *Agrostis stolonifera* (13,14)

in dz/ha sand- und aschefreie Wurzeltrockenmasse

Schichttiefen: a = 0 - 5 cm c = 10 - 15 cm
b = 5 - 10 cm d = 15 - 20 cm

Schnitthöhe 1 cm

lfd. Nr.	Sorten-Nr.	Dez. 1970				Juni 1971				November 1971			
		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
1	1	19,07	2,21	40,56	4,09	2,49	26,24	3,62	1,80	0,67			
2	2	25,12	4,62	44,77	6,37	3,10	46,45	3,47	1,60	0,61			
3	3	36,50	2,94	29,72	4,69	2,44	50,06	3,21	1,27	0,43			
4	4	35,07	4,31	45,38	5,06	2,70	29,95	3,16	1,51	0,84			
5	5	45,23	4,02	51,44	4,63	2,19	28,87	2,92	0,81	0,60			
6	6	19,60	5,05	43,98	5,10	2,93	41,41	3,38	1,42	0,63			
7	7	29,97	2,67	28,52	4,28	2,52	--	--	--	--			
8	8	29,50	7,15	31,03	6,01	3,04	23,44	3,99	1,92	0,94			
9	9	38,17	4,14	47,60	3,27	1,60	--	--	--	--			
10	10	28,21	2,96	48,73	4,10	2,01	11,03	2,05	0,80	0,32			
11	11	27,23	3,79	45,56	5,43	2,53	19,45	3,78	1,53	0,80			
12	12	41,98	2,74	33,31	4,55	3,13	49,64	2,83	1,62	1,03			
13	13	37,49	3,76	24,31	4,82	1,25	28,84	2,31	0,70	0,45			
14	14	32,23	3,63	41,33	3,65	2,46	28,02	2,83	1,25	0,50			
Mittel		31,81	3,86	39,73	4,72	2,46	31,95	3,13	1,35	0,65			
GD 5 %		8,98	1,47	14,17	1,46	1,12	27,21	1,51	0,82	0,53			

lfd. Nr.	Sorten-Nr.	Juli 1972				Oktober 1972			
		a	b	c	d	a	b	c	d
1	1	--	--	--	--	43,91	2,59	1,31	0,70
2	2	78,21	7,69	3,42	2,10	62,20	4,06	1,42	1,02
3	3	70,69	5,18	2,76	2,28	45,28	3,29	2,22	1,65
4	4	76,73	7,00	4,02	2,72	63,43	3,67	2,14	1,09
5	5	72,31	7,24	5,34	4,33	39,77	3,18	1,30	0,81
6	6	72,97	6,28	3,49	2,11	46,00	2,67	0,88	1,73
7	7	73,73	5,20	3,39	2,58	52,38	2,05	1,12	0,86
8	8	73,03	5,30	2,80	1,74	51,72	2,70	2,15	2,70
9	9	94,55	5,93	3,50	2,41	62,11	1,82	1,36	0,59
10	10	81,31	5,93	3,46	2,49	54,09	2,36	1,05	0,70
11	11	78,27	6,01	3,49	2,20	57,71	2,64	1,07	0,56
12	12	88,03	6,95	3,81	2,25	73,46	6,43	3,69	3,13
13	13	63,68	4,83	3,32	1,19	26,92	2,64	1,99	1,63
14	14	77,93	5,39	3,05	2,26	47,00	3,58	1,76	1,19
Mittel		77,03	6,07	3,53	2,36	51,85	3,12	1,68	1,31
GD 5 %		21,47	2,01	1,36	1,27	17,23	1,51	0,88	1,48

Tabelle 23: *Agrostis tenuis* (1-12) und *Agrostis stolonifera* (13,14)

Rangordnung der Sorten nach abnehmenden Wurzelmengen

in den verschiedenen Bodenschichten

Schnitthöhe 3 cm

Sorte Nr.	Sortenname	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm	0-20 cm
1	Astoria	5	4	1	1	1
5	Highland bent	2	1	4	13	2
14	Smaragd	1	7	8	4	3
7	Seaside	6	6	3	5	4
4	Boral	9	9	2	2	5
12	St. d	11	2	6	7	6
10	St. b	3	13	10	3	7
3	Brabantia	7	5	9	10	8
6	Pennecross	13	3	7	8	9
8	Tracenta	4	8	11	9	10
11	St. c	12	11	5	6	11
2	Bardot	10	10	12	11	12
9	St. a	8	14	14	14	13
13	Prominent	14	12	13	12	14

Schnitthöhe 1 cm

Sorte Nr.	Sortenname	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm	0-20 cm
4	Boral	3	3	2	2	1
12	St. d	2	7	1	1	2
8	Tracenta	11	2	3	3	3
5	Highland bent	5	6	9	5	4
6	Pennecross	10	4	8	6	5
9	St. a	1	11	5	14	6
11	St. c	7	5	7	12	7
2	Bardot	4	1	4	13	8
3	Brabantia	9	8	10	7	9
14	Smaragd	8	9	11	8	10
1	Astoria	14	12	6	10	11
7	Seaside	12	14	12	4	12
10	St. b	6	13	14	11	13
13	Prominent	13	10	13	9	14

deutig ist nur, daß die Sorte Prominent von der Art *Agrostis stolonifera* immer an letzter Stelle der Rangordnung zu finden ist. Bei der Sorte Smaragd der gleichen Art ist das Verhalten anders, bei 3 cm Schnitt steht sie mit an der Spitze, bei 1 cm mehr am Ende der Tabelle. Trotz dieser Divergenzen lassen sich mit einiger Sicherheit einige Sorten bei den jeweiligen Schnittregimen finden, die immer durchweg relativ viel oder wenig Wurzeln bringen. Dabei ist interessant, daß sich das nicht auf alle Bodenschichten auf gleiche Weise zu beziehen braucht, z. B. liegt Astoria bei 3 cm in den obersten 10 cm mehr in der Mittelgruppe, in der darauffolgenden Schicht bis 20 cm jedoch an der Spitze. Der zeitliche Verlauf der Wurzelmassenbildung ist aus der **Tabelle 24** zu ersehen.

Tabelle 24: Wurzelmassenentwicklung unter *Agrostis tenuis* (12 Sorten) und *Agrostis stolonifera* (2 Sorten)

in dz/ha Trockenmasse

Schnitthöhe 3 cm

Zeit der Probenahme	Schichttiefen in cm				Sa.
	0-5	5-10	10-15	15-20	
Dezember 1970	34,79	5,20	--	--	39,99
Juni 1971	39,92	7,02	3,84	--	50,78
November 1971	56,72	3,95	1,75	0,91	63,33
Juli 1972	89,79	8,89	5,44	3,62	107,74
Oktober 1972	57,49	5,79	3,02	2,29	68,59
Mittel	55,74	6,11	3,51	2,27	

Schnitthöhe 1 cm

Zeit der Probenahme	Schichttiefen in cm				Sa.
	0-5	5-10	10-15	15-20	
Dezember 1970	31,81	3,86	--	--	35,67
Juni 1971	39,73	4,72	2,46	--	46,91
November 1971	31,95	3,13	1,35	0,65	37,08
Juli 1972	77,03	6,07	3,53	2,36	83,64
Oktober 1972	51,85	3,12	1,68	1,31	57,96
Mittel	46,45	4,18	2,26	1,44	

Bei 3 cm Schnitthöhe nimmt die gesamte Menge an Wurzeln bis zum vierten Termin im Juli 1972 noch zu, um danach zum Herbst 1972 hin stark abzufallen. Bei 1 cm Schnitthöhe ist ebenfalls ein Höhepunkt im Juli 1972 festzustellen, dem aber ein starker Abfall bis fast auf den Wert des ersten Termines im Herbst 1971 vorausgeht. Auch im Herbst 1972 sind die Werte wieder geringer als im Juli 1972. Die sonst mehrfach erwähnte Grundtendenz von hohen Werten im Sommer und geringeren im Herbst wird auch hier wieder angedeutet. Schließlich soll in **Tabelle 25** noch eine Vorstellung von der

möglichen Schwankungsbreite der Wurzelwerte im Oktober 1972 gegeben werden, die tendenziell für alle übrigen Termine auch gilt.

Tabelle 25: Schwankungsbreite der Wurzelwerte (Oktober 1972)

Agrostis tenuis und *Agrostis stolonifera*

Schnitthöhe 3 cm

Schichttiefe	dz/ha Trockenmasse	GD 5 %
0 - 5 cm	27,33 - 112,83	30,46
5 - 10 cm	2,50 - 11,64	2,27
10 - 15 cm	1,47 - 5,15	1,29
15 - 20 cm	0,57 - 5,18	1,19

Schnitthöhe 1 cm

Schichttiefe	dz/ha Trockenmasse	GD 5 %
0 - 5 cm	26,92 - 73,46	17,23
5 - 10 cm	1,82 - 6,43	1,51
10 - 15 cm	0,88 - 3,69	0,88
15 - 20 cm	0,56 - 3,13	1,48

Im Zusammenhang mit den durch die Schnitthöhe bedingten geringen Wurzelmenigen bei Tiefschnitt sind die gesicherten Differenzen zwischen den Einzelwerten ebenfalls verringert, besonders für die Schicht von 0-5 cm. Die Schwankungen der Werte für die Sorten sind so groß, daß sich in vielen Fällen gesicherte Unterschiede bei den Wurzelmenigen ableiten lassen.

g) Wurzelmassenentwicklung unter *Agrostis canina*

Von dieser Art standen die beiden Unterarten *canina* und *montana* in den Prüfungen, die sich morphologisch und in ihrer Reaktion auf den Rasenschnitt sehr verschieden verhielten. Verglichen wurden 6 Sorten und Stämme von *A. c. canina* und 2 von *A. c. montana*, und zwar die folgenden:

1. Avanta
2. Astra (*montana*)
3. Barbella
4. Barida (*montana*)
5. Novobent
6. Rusta
7. Stamm e
8. Stamm f

Auch bei *Agrostis canina* wurde ein Teil der Parzellen auf 3 cm, der zweite auf 1 cm tief geschnitten. Nach der Ansaat entwickelte sich auf allen Parzellen ein dichter Pflanzenbe-

Tabelle 26: Wurzelmasse bei Sorten und Stämmen von *Agrostis canina canina* (1-6) und *Agrostis canina montana* (7,8)

in dz/ha sand- und aschefreie Wurzelrockenmasse

Schichttiefen: a = 0 - 5 cm c = 10 - 15 cm
b = 5 - 10 cm d = 15 - 20 cm

Schnitthöhe 3 cm

lfd. Nr.	Sorten-Nr.	Dez. 1970		Juni 1971			November 1971			
		a	b	a	b	c	a	b	c	d
1	1	28,11	2,66	40,51	4,08	1,91	26,79	2,12	0,71	0,33
2	2	38,55	4,04	30,19	7,52	3,63	36,25	2,26	0,71	0,42
3	3	21,55	2,31	29,17	4,01	1,02	61,41	1,59	0,24	0,16
4	4	39,10	4,83	62,03	5,29	2,65	33,68	3,01	0,87	0,40
5	5	25,17	2,24	31,91	3,83	1,72	41,99	2,94	0,88	0,30
6	6	27,44	2,08	43,40	4,04	1,45	30,61	2,19	0,70	0,36
7	7	26,77	3,77	49,21	4,01	1,82	37,17	2,65	0,94	0,45
8	8	47,64	5,53	47,19	6,58	2,55	36,80	4,82	2,11	0,96
Mittel		31,79	3,43	41,70	4,92	2,09	38,09	2,70	0,90	0,42
GD 5 %		11,59	1,26	15,64	1,25	0,83	25,01	1,56	0,82	0,41

lfd. Nr.	Sorten-Nr.	Juli 1972				Oktober 1972			
		a	b	c	d	a	b	c	d
1	1	39,37	5,21	1,73	0,95	68,73	3,31	1,11	0,64
2	2	55,25	4,74	2,24	1,41	58,79	3,13	2,86	2,02
3	3	39,35	3,99	1,54	0,89	57,06	2,55	1,69	0,85
4	4	59,45	6,21	2,64	0,98	--	--	--	--
5	5	98,03	7,76	6,60	3,35	75,31	2,34	1,36	0,62
6	6	134,85	12,04	6,98	4,84	69,09	5,05	2,14	1,45
7	7	68,26	3,88	1,84	1,05	48,05	2,93	1,46	0,84
8	8	37,91	3,34	1,56	0,74	49,03	2,74	3,55	1,85
Mittel		66,56	5,89	3,14	1,78	60,87	3,15	2,03	1,18
GD 5 %		25,43	3,76	2,79	1,39	21,17	1,49	1,09	0,72

stand, der bei der Unterart *montana* jedoch recht grobblättrig war, während bei der Unterart *canina* die meisten Parzellen, abgesehen vom Einwandern von *Poa annua* relativ unkrautfrei und dicht blieben. Besonders bei Tiefschnitt stellte sich bei der Unterart *montana* bald viel Unkraut ein, da die Parzellen den dauernden Schnitt nicht vertrugen und lückiger wurden. So ließ schließlich die Narbendichte und der Gesamteindruck stark nach. Bei der Sorte Nr. 4 konnten zum Abschluß der Untersuchungen keine Proben mehr genommen werden.

Die Ergebnisse der Wurzeluntersuchungen bei den beiden Schnitthöhen bringen die **Tabellen 26 und 27**.

Tabelle 27: Wurzelmasse bei Sorten und Stämmen von *Agrostis canina canina* (1-6) und *Agrostis canina montana* (7,8)

in dz/ha sand- und aschefreie Wurzelrockenmasse

Schichttiefen: a = 0 - 5 cm c = 10 - 15 cm
b = 5 - 10 cm d = 15 - 20 cm

Schnitthöhe 1 cm

lfd. Nr.	Sorten-Nr.	Dez. 1970		Juni 1971			November 1971			
		a	b	a	b	c	a	b	c	d
1	1	31,96	1,93	46,83	3,56	1,70	66,82	2,88	1,81	0,94
2	2	26,84	2,48	46,27	3,23	2,19	29,02	1,77	0,79	0,41
3	3	33,67	1,95	34,12	3,57	2,37	43,31	2,26	1,35	0,85
4	4	25,45	1,91	37,49	3,25	1,79	19,36	1,05	0,42	0,33
5	5	25,72	3,39	33,22	0,88	2,11	62,29	2,79	2,12	0,55
6	6	32,74	2,76	34,57	1,90	0,65	51,43	1,53	0,58	0,38
7	7	33,38	2,31	41,48	2,65	0,86	37,19	0,66	0,25	0,21
8	8	40,18	2,60	38,82	4,18	2,25	34,01	1,94	1,00	0,60
Mittel		31,24	2,42	39,10	2,90	1,74	42,93	1,86	1,04	0,53
GD 5 %		11,59	1,26	15,64	1,25	0,83	25,01	1,56	0,82	0,41

lfd. Nr.	Sorten-Nr.	Juli 1972				Oktober 1972			
		a	b	c	d	a	b	c	d
1	1	38,61	2,88	0,95	0,42	55,18	2,07	0,88	0,72
2	2	46,80	2,29	1,78	1,05	75,28	3,93	1,99	1,35
3	3	45,89	2,08	1,28	0,85	48,55	2,06	0,76	0,56
4	4	53,33	1,93	1,31	0,54	--	--	--	--
5	5	29,60	1,67	0,69	0,29	60,51	3,96	2,69	2,10
6	6	38,98	1,94	0,70	0,28	70,32	5,79	3,09	2,25
7	7	39,09	2,17	0,75	0,63	56,48	1,23	0,91	0,50
8	8	38,18	2,84	1,03	0,41	44,08	2,99	1,77	1,69
Mittel		41,31	2,23	1,06	0,56	58,63	3,15	1,73	1,31
GD 5 %		13,00	1,17	0,66	0,33	23,29	1,34	1,03	0,70

Auch bei dieser Art ist mit den schon bei *Agrostis tenuis* gemachten Einschränkungen festzustellen, daß durch den Tiefschnitt im Durchschnitt die ausgebildeten Wurzelmenigen abnehmen, wobei im Einzelfall verschiedentlich höhere Werte gefunden wurden.

Die **Tabelle 28** zeigt die Rangordnung der Sorten nach abnehmenden Wurzelmenigen im Durchschnitt aller 5 Probetermine.

Bei dieser Art war ebenfalls die Reaktion der Wurzelentwicklung auf den Tiefschnitt verschieden. Bei 3 cm Schnitthöhe lagen die beiden Sorten von *A. c. montana* an der Spitze, während bei 1 cm Schnitthöhe eine von ihnen (*Barida*) ganz an das Ende der Tabelle zurückfiel, die zweite (*Astra*) jedoch an der Spitze verblieb. Umgekehrt war es bei der Sorte *Avanta* von *Agrostis canina canina*, die vom Ende der Rangordnung bei 3 cm an die Spitze, bei 1 cm Schnitthöhe aufrückte. Es gibt nur selten eine gleichbleibende Rangordnung für eine Sorte, z. B. für *Novobent*.

Der zeitliche Verlauf der Wurzelmassenbildung ist für die Art in **Tabelle 29** zusammengefaßt.

Übereinstimmend mit den vorstehenden Befunden nimmt bei *Agrostis canina* die Wurzelmasse im Laufe der Jahre bis 1972 zu. Bei 3 cm Schnitthöhe ist das zumeist zu beobachtende Maximum im Juni/Juli festzustellen, bei 1 cm Schnitthöhe scheint eher das Gegenteil vorzuliegen. Besser würde man wohl sagen, daß die Wurzelmassenbildung von Juli 1971 bis Juli 1972 mehr oder weniger konstant blieb, zwischen den 3 Terminen zeitweise auch höher gelegen haben mag. Auffällig ist die starke Zunahme der Wurzelmasse vom Juli 1972 bis Oktober 1972, womit jedoch nur die Werte erreicht werden,

Tabelle 28: *Agrostis canina canina* (1-6) und *Agrostis canina montana* (7,8)

Rangordnung der Sorten nach abnehmenden Wurzelmengen

in den verschiedenen Bodenschichten

Schnitthöhe 3 cm

Sorte Nr.	Sortenname	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm	0-20 cm
4	Barida (A.c.mont.) ^{+))}	1	1	3	2	1
2	Astra (A.c.mont.)	6	3	2	1	2
8	Stamm f	5	2	1	5	3
6	Rusta	3	4	6	3	4
5	Novobent	2	7	4	6	5
7	Stamm e	4	6	5	4	6
1	Avanta	7	5	7	7	7
3	Barbella	8	8	8	8	8

Schnitthöhe 1 cm

Sorte Nr.	Sortenname	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-20 cm	0-20 cm
2	Astra (A.c.mont.)	2	3	1	2	1
1	Avanta	1	2	5	3	2
3	Barbella	5	5	2	1	3
8	Stamm f	7	1	3	4	4
5	Novobent	6	4	4	5	5
6	Rusta	4	6	6	6	6
7	Stamm e	3	8	8	8	7
4	Barida (A.c.m.) ^{+))}	8	7	7	7	8

+) Mittel nur aus 4 Terminen

Tabelle 29: Wurzelmassenentwicklung unter *Agrostis canina canina* (6 Sorten) und *Agrostis canina montana* (2 Sorten)

in dz/ha Trockenmasse

Schnitthöhe 3 cm

Zeit der Probenahme	Schichttiefen in cm				Sa.
	0-5	5-10	10-15	15-20	
Dezember 1970	31,79	3,43	--	--	35,22
Juni 1971	41,70	4,92	2,09	--	48,71
November 1971	38,09	2,70	0,90	0,42	42,11
Juli 1972	66,56	5,89	3,14	1,78	77,37
Oktober 1972	60,87	3,15	2,03	1,18	67,23
Mittel	47,80	4,02	2,04	1,13	

Schnitthöhe 1 cm

Zeit der Probenahme	Schichttiefen in cm				Sa.
	0-5	5-10	10-15	15-20	
Dezember 1970	31,24	2,42	--	--	33,66
Juni 1971	39,10	2,90	1,74	--	43,74
November 1971	42,93	1,86	1,04	0,53	46,36
Juli 1972	41,31	2,23	1,06	0,56	45,16
Oktober 1972	58,63	3,15	1,73	1,31	64,82
Mittel	42,64	2,51	1,39	0,80	

die bei 3 cm Schnitthöhe gefunden wurden. Eine Erklärung hierfür kann nicht gegeben werden.

Vergleicht man die Schwankung der Wurzelwerte beim letzten Probetermin von Oktober 1972 (Tab. 30).

Tabelle 30: Schwankungsbreite der Wurzelwerte (Oktober 1972)

Agrostis canina canina und *Agrostis canina montana*

Schnitthöhe 3 cm

Schichttiefe	dz/ha Trockenmasse	GD 5 %
0 - 5 cm	48,05 - 75,31	21,17
5 - 10 cm	2,34 - 5,05	1,49
10 - 15 cm	1,11 - 3,55	1,09
15 - 20 cm	0,62 - 2,02	0,72

Schnitthöhe 1 cm

Schichttiefe	dz/ha Trockenmasse	GD 5 %
0 - 5 cm	44,08 - 75,28	23,29
5 - 10 cm	1,23 - 5,79	1,34
10 - 15 cm	0,76 - 3,09	1,03
15 - 20 cm	0,50 - 2,25	0,70

so zeigen sich hier keine bedeutsamen Unterschiede bei den beiden Schnitthöhen. Wichtiger ist, daß die Höhe der Grenzdifferenzen eine gesicherte Abtrennung einzelner Sorten ermöglicht.

h) Wurzelmassenbildung bei *Cynosurus cristatus*

Für die Untersuchungen standen nur Parzellen der Sorte Credo zur Verfügung, die 3 cm hoch geschnitten wurden. Da die Parzellen gegen Ende der Versuchszeit sehr lückig wurden und stark mit *Poa annua* verunkrauteten, konnte der letzte Probetermin vom Oktober 1972 nicht mehr eingehalten werden. In Tabelle 31 sind die Ergebnisse zusammengefaßt.

Tabelle 31: Wurzelmassenentwicklung unter *Cynosurus cristatus*, Sorte Credo

in dz/ha Trockenmasse

Zeit der Probenahme	Schichttiefe in cm				Sa.
	0-5	5-10	10-15	15-20	
Dezember 1970	64,83	2,68	--	--	67,51
Juni 1971	79,28	4,61	1,63	--	85,52
November 1971	87,81	1,95	0,81	0,31	90,88
Juli 1972	105,95	9,53	4,33	4,66	124,47
Oktober 1972	--	--	--	--	--
Mittel	84,47	4,69	2,26	2,49	93,91

Auch bei dieser Art steigt die Wurzelmenge bis Juli 1972 erheblich an. Sie übertrifft bei weitem die Durchschnittsmengen, die bei der morphologisch ähnlichen Art *Lolium perenne* gefunden wurden. Jedoch ist darauf hinzuweisen, daß es hierbei einzelne Sorten gab, die in ihren Werten der Sorte Credo nahe kamen und sie bei anderen, z. B. in den tieferen Schichten, dauernd übertrafen. Es scheint im übrigen ein Kennzeichen für die hier geprüfte Sorte von *Cynosurus cristatus* zu sein, daß sie in der obersten Schicht von 0-5 cm prozentual mehr Wurzeln entwickelt als die Sorten von *Lolium perenne* im Durchschnitt aller Probetermine. Mehr kann aus den vorliegenden Werten kaum gefolgert werden.

Diskussion

Wie aus den vorhergehenden Ausführungen schon ersichtlich war, unterscheiden sich die untersuchten Rasengräserarten nach ihrer Wurzelbildung mehr oder weniger deutlich. Eine Zusammenstellung der Durchschnittswerte der Arten soll das verdeutlichen. Die Tabelle 32 gibt die Mittelwerte aus den Ergebnissen der 5 Untersuchungstermine wieder.

Wurzelmassenentwicklung unter Rasengräserarten

Durchschnitt 3 Jahre, 5 Probenahmeterminen

Tabelle 32: Wurzelmasse der Arten in dz/ha Trockenmasse

Art	Schichttiefe in cm				Summe
	0-5	5-10	10-15	15-20	
<i>Poa pratensis</i>	102,03	6,19	3,28	2,18	113,68
<i>Pheum pratense</i>	84,99	5,06	3,34	2,47	95,86
<i>Festuca rubra</i>	75,10	7,10	4,20	2,56	88,96
<i>Festuca ovina</i>	71,09	5,83	3,19	2,01	82,12
<i>Lolium perenne</i>	60,16	5,14	3,77	2,66	71,73
<i>Agrostis tenuis</i> , 3 cm	55,74	6,11	3,51	2,27	67,63
<i>Agrostis tenuis</i> , 1 cm	46,45	4,18	2,26	1,44	54,33
<i>Agrostis canina</i> , 3 cm	47,80	4,02	2,04	1,13	54,99
<i>Agrostis canina</i> , 1 cm	42,64	2,51	1,39	0,80	47,34

Geht man zunächst von der Gesamtmenge der in der Tiefe bis 20 cm gefundenen Wurzeln aus, so bringt *Poa pratensis* mehr als das Doppelte an Masse wie *Agrostis canina* bei der Schnitthöhe von 1 cm. Auch *Pheum pratense* bringt noch das Doppelte an Masse, wenn auch schon erheblich weniger als *Poa pratensis*. Es ist jedoch auch hier nochmals darauf hinzuweisen, daß bei den vier oben in der Tabelle stehenden Arten in der obersten Bodenschicht außer echten Wurzeln auch Rhizome und viel nicht zersetzte Reste von Triebbasen zu finden sind. Es bleibt aber auch dann noch die Feststellung bestehen, daß in den Schichten unter 5 cm absolut immer höhere Wurzelmassen gefunden wurden als bei *Agrostis tenuis* bei 1 cm Schnitthöhe oder *Agrostis canina* bei 3 cm und 1 cm Schnitthöhe.

Etwas anders sieht es jedoch aus, wenn man die Aufteilung

der Wurzelmasse in Prozent auf die einzelnen Schichten betrachtet (Tab. 33).

Tabelle 33: Vertikale Verteilung der Wurzelmasse in Prozent

Art	Schichttiefe in cm				0-10	10-20
	0-5	5-10	10-15	15-20		
Agrostis canina, 1 cm	90,2	5,2	2,9	1,7	95,4	4,6
Poa pratensis	89,8	5,4	2,9	1,9	95,2	4,8
Agrostis canina, 3 cm	86,9	7,3	3,7	2,1	94,2	5,8
Phleum pratense	88,6	5,3	3,5	2,6	93,9	6,1
Festuca ovina	86,6	7,1	3,9	2,4	93,7	6,3
Agrostis tenuis, 1 cm	85,6	7,6	4,2	2,6	93,2	6,8
Festuca rubra	84,4	8,0	4,7	2,9	92,4	7,6
Agrostis tenuis, 3 cm	82,4	9,0	5,2	3,4	91,4	8,6
Lolium perenne	83,9	7,1	5,3	3,7	91,0	9,0

Einen hohen relativen Anteil der Wurzelmasse in den obersten Schichten bis 10 cm haben die Arten *Agrostis canina* und *Poa pratensis*, während die Arten *Lolium perenne* und *Agrostis tenuis* bei 3 cm Schnitthöhe relativ viel Wurzeln auch noch tiefer als 10 cm im Boden haben. Die hier nicht aufgeführte Art *Cynosurus cristatus* zeigt bei der einen untersuchten Sorte ein ähnliches Wurzelbild wie die beiden Arten an der Spitze der Tabelle. Erkennbar ist bei beiden *Agrostis*-arten, daß bei Tiefschnitt der relative Anteil der Wurzeln in den tieferen Schichten zurückgeht.

Zu der Wurzelmassenbildung der hier untersuchten Gräser unter Rasennutzung liegen bisher nur wenige Vergleichswerte vor. Die Vergleiche sind zudem dadurch erschwert, daß nicht immer die Untersuchungstermine und Untersuchungsverfahren genauer beschrieben wurden, so daß nicht immer zu ersehen war, auf welche Bodentiefe sich die Angaben beziehen. Dieser Einwand bezieht sich z. B. auch auf eine Literaturzusammenstellung von **Troughton** (1957). Aber selbst in Arbeiten aus neuester Zeit wird mit einer unzulänglichen Zahl von Wiederholungen – wenn sie überhaupt genannt sind – gearbeitet. Eine Verrechnung auf statistische Sicherheit fehlt dann sowieso, so daß die darin enthaltenen Angaben kaum Anspruch auf Verlässlichkeit besitzen.

Die ältesten Untersuchungen stammen von **Sprague** (1933), der 5 Jahre alte Rasen untersuchte und hier Bodenprismen bis auf 25 bis 30 cm Tiefe entnahm, hiervon drei je Termin. Seine Ergebnisse über die Reihenfolge der Arten mit ansteigenden Wurzelmenngen stimmt mit den eigenen Untersuchungen überein. Die geringsten Werte zeigte *Agrostis tenuis*, dann folgten mit geringem Abstand *Agrostis canina*, *Agrostis palustris* und *Agrostis gigantea*, die höchsten Werte brachten *Poa pratensis* und *Festuca duriuscula*. Bei Tiefschnitt auf 0,6 cm wurden ebenfalls geringere Werte gefunden als beim Schnitt auf 2,2 cm.

Recht gegensätzlich dazu waren die Ergebnisse von **Bell und de France** (1944), ebenfalls aus den USA, die mit 9 bzw. 15 Wiederholungen arbeiteten und bis 20 cm Tiefe gingen. Sie entfernten die obersten 2,5 cm der Probe, da es ihnen schwierig schien, Blätter und Triebe exakt von den Wurzeln abzutrennen, besonders wenn die Versuchspartellen Kompost erhalten hatten. Sie fanden aus nicht klar ersichtlichen Gründen jedoch bedeutend höhere Wurzelwerte bei *Agrostis canina* als bei *Agrostis tenuis* und *Agrostis palustris*.

Weitere Wurzelwerte, die einen Vergleich zu denen in der vorgelegten Arbeit erlauben, liegen für die nächsten Jahrzehnte dann nur aus der Grünlandliteratur vor. Bei dieser Art der Nutzung erfolgen Schnitte bzw. Beweidungen nur zwischen zwei bis vier mal pro Jahr, so daß absolut gesehen zumeist größere Mengen als unter Rasenvielschnitt gefunden wurden. Daß unter Vielschnitt die Wurzelmenge stark zurückgeht, wies **Klapp** schon frühzeitig nach. In der Arbeit von **Schuermann** (zitiert nach **Troughton**) wurden die höchsten Wurzelmenngen bei *Poa pratensis* gefunden. Es folgen diejenigen bei *Festuca rubra*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis* und *Agrostis stolonifera*. Eine andere Reihenfolge abnehmender Wurzeleerträge fand **Kmoch** (1952): *Phleum pratense*, *Agrostis gigantea*, *Agrostis tenuis*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis* und *Lolium perenne*. Die Proben wurden auf altem Dauergrünland gezogen, so daß vermutlich teilweise viel alte abgestorbene Blatt- und Triebreite mit in die Untersuchungsergebnisse eingingen.

Aus Futterbauversuchen stammen eine Anzahl von Angaben von **Simon und Eich** (1956). Die höchsten Werte wurden hier bei *Festuca ovina* gefunden, danach folgten die von *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Phleum pratense* und *Lolium perenne*. Der hohe Wert bei *Festuca ovina* ist vermutlich auf das am Versuchsort herrschende kontinentale Klima zurückzuführen, das das Wachstum dieser Art begünstigt. Ihre Werte stehen, falls gleichaltrige und gleich genutzte Flächen verglichen werden, in guter Übereinstimmung mit den Werten von **Köhnlein und Vetter** (1952). Auch in diesen Untersuchungen ist eine Zunahme der Wurzelmenngen bis zum Alter von zwei Jahren festzustellen.

Kern (1969) konnte unter Rasennutzung nach dem Einsatz von Wuchshemmstoffen keinen deutlichen Einfluß auf die Wurzelmenge von je drei Sorten von vier Arten feststellen. Das ist wohl zum Teil auf eine unzureichende Technik der Probenahme, d. h. eine zu geringe Zahl der Wiederholungen zurückzuführen. Diese war vermutlich die gleiche bei **Skirde** (1971). Die bei diesem genannte Reihenfolge der Sorten mit abnehmenden Wurzelmenngen stimmt mit der in Bonn gefundenen weitgehend überein.

van der Horst und Kappen (1970) untersuchten die Wurzelentwicklung der vier wichtigsten Grasarten für Sportrasen. Sie nahmen drei Wiederholungen bei einer Probetiefe von 5 cm. Übereinstimmend mit den eigenen Untersuchungen ist eine Zunahme der Wurzelmenge mit der Zunahme der Schnitthöhe, desgleichen eine solche mit dem Alter der Bestände. Sie untersuchten jedoch nur eine Sorte je Art. Die höchsten Wurzelmenngen brachte bei *Poa pratensis* die Sorte Merion, es folgte *Cynosurus cristatus* mit der Sorte Credo, *Lolium perenne* mit der Sorte Perma und *Phleum pratense* mit der Sorte King. Das entspricht etwa den eigenen Ergebnissen.

Die Untersuchungen von **Schmid** (1970) mit 17 Sorten von 6 Arten lassen sich zu einem Vergleich nicht heranziehen, da es sich um Gefäßversuche in kleinen niedrigen Töpfen handelt, die nur 6 Monate lang liefen. Ähnlich ist es mit den Versuchen von **Schönthaler** (1970) mit 18 Sorten von 5 Arten, die 3½ Monate in Quarzsand wuchsen und in einer Nährlösung standen. Es fehlen hierzu auch Zahlenangaben. In beiden Fällen erfolgte keine statistische Verrechnung, obwohl die Versuche mit 4 bzw. 5 Wiederholungen angesetzt waren. Im Gegensatz zu allen sonstigen Versuchen wurden von Schönthaler die höchsten prozentualen Wurzelmenngen nicht in der Schicht von 0–5 cm sondern in der von 5–10 cm festgestellt.

Nachtrag:

Seit Anlage der Versuche und im Laufe der Veröffentlichungszeit haben sich die Namen einiger Sorten und Stämme geändert. Sie werden jetzt unter den nachstehend aufgeführten Namen im Handel angeboten oder stehen so in den Prüfungen, d. h. zum Teil nur außerhalb der Bundesrepublik.

1. *Lolium perenne*

Brabantia	jetzt:	Sportiva
Stamm A	jetzt:	Maestro
Stamm B	jetzt:	Dolewi

2. *Phleum pratense*

Stamm C	jetzt:	Farol
---------	--------	-------

3. *Poa pratensis*

Stamm F	jetzt:	Merion
---------	--------	--------

4. *Poa nemoralis*

Brabantia	jetzt:	Enpora
-----------	--------	--------

5. *Festuca rubra*

Brabantia	jetzt:	Enkota
Sceempter	jetzt:	Gracia
Stamm K	jetzt:	Famosa
Stamm M	jetzt:	Rapid
Stamm N	jetzt:	Odra
Stamm O	jetzt:	Roda

6. *Festuca ovina*

Stamm P	jetzt:	Argenta
Stamm Q	jetzt:	Livina

7. *Agrostis tenuis*

Stamm a	jetzt:	Orbica
Stamm c	jetzt:	Tendenz

8. *Agrostis canina*

Stamm e	jetzt:	ACA 61
---------	--------	--------

Literatur

1. Bell, R. S. and I. A. de France, 1944, Influence of fertilizers on the accumulation of roots from closely clipped bent grasses and on the quality of turf. *Soil Science* **58**, 17–24.
2. Boeker, P., 1971, Die Wurzelmassenbildung unter einigen Rasengräserarten und -sorten. — Protokollheft der 13. Fachtagung d. DLG-Ausschusses für Züchtung und Saatguterzeugung bei Kleearten und Gräsern. Frankfurt/M., 25–35.
3. Boeker, P., 1973, The root development under some turfgrass species and cultivars. Proc. 2. Intern. Turfgrass Conference, Blacksburg (im Druck).
4. Bommer, D., 1971, Wachstum und Entwicklung der Grünlandpflanzen. In: Klapp, E., Wiesen und Weiden. 4. Aufl.
5. Horst, J. P. van der, 1970, Die Prüfung von Sportrasengräsern in den Niederlanden. *Rasen — Turf — Gazon*, **1**, 88–90.
6. Horst, J. P. van der und L. M. Kappen, 1970, Bewurzelung von Rasengräsern. *Rasen — Turf — Gazon*, **1**, 15. 16.
7. Kern, J., 1969, Weitere Ergebnisse zur Wuchshemmung bei Vielschnitt-rasen. *Rasen und Rasengräser* **7**, 55–60.
8. Klapp, E., 1971, Wiesen und Weiden. 4. Aufl. Verlag P. Parey, Hamburg und Berlin.
9. Knoch, H. G., 1952, Über den Umfang und einige Gesetzmäßigkeiten der Wurzelmassenbildung unter Grasnarben. Diss. Bonn.
10. Köhnlein, J. und H. Vetter, 1952, Ernterückstände und Wurzelbild. Verlag P. Parey, Berlin und Hamburg.
11. Opitz von Boberfeld, W., 1972, Zur Problematik des Stichprobenumfangs bei Wurzelgewichtsfeststellungen von Rasengräsern. *Rasen — Turf — Gazon* **3**, 51–53.
12. Saglatimur, T. und G. Bogdan, 1970, Untersuchungen über den Einfluß von Nutzungshäufigkeit und Stickstoffdüngung auf Sorten von Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne* L.) *Z. f. Acker- u. Pflanzenbau* **132**, 16–35.
13. Schmid, E., 1970, Einfluß der Bodenfeuchte auf die Grasentwicklung. *Rasen — Turf — Gazon* **1**, 74–76.
14. Schönthaler, K., 1970, Einfluß der Schnitthöhe auf das Wurzelwachstum einiger Rasengrasarten. *Rasen — Turf — Gazon* **1**, 77–79.
15. Simon, U. und D. Eich, 1955, Probleme und Methoden der Wurzeluntersuchungen. *Z. f. Acker- u. Pflanzenbau* **100**, 179–198.

16. Skirde, W., 1969, Rasenbild und Narbenbewurzelung in Abhängigkeit von Mischung, Schnitt und Düngung. *Rasen und Rasengräser* **4**, 12–25.
17. Skirde, W., 1971, Bewurzelung der Rasendecke mit Beispielen für Abhängigkeit und Beeinflussung. *Rasen — Turf — Gazon* **2**, 112–115.
18. Sprague, H. B., 1933, Root development of perennial grasses and its relation to soil conditions. *Soil Science*, **36**, 189–209.
19. Troughton, A., 1957, The underground organs of herbage grasses. *Comm. Bur. Bull.* **44**, Farnham Royal.

Zusammenfassung

Während drei Jahren wurden an fünf Terminen Wurzelproben bis auf 20 cm Tiefe bei acht Arten und insgesamt 112 Sorten genommen. Hierbei ergab sich folgendes:

1. Die Menge an Wurzeln steigt noch bis zum dritten Jahr nach der Ansaat an. Die höchsten Mengen wurden jeweils im Juni/Juli festgestellt.
2. Die größte Wurzelmasse wurde bei *Poa pratensis* gefunden. Es folgen diejenigen der Arten *Phleum pratense* und *nodosum*, *Festuca rubra*, *Festuca ovina*, *Lolium perenne*, *Agrostis tenuis*, *Agrostis stolonifera* und *Agrostis canina*.
3. Beim Schnitt auf 1 cm war die Wurzelmasse bei den *Agrostis*-arten immer deutlich geringer als beim Schnitt auf 3 cm.

Summary

For three years root samples were taken five times from 8 species and altogether 112 varieties. Sampling reached down to a depth of 20 cm, showing the following results:

1. The roots still increased in quantity well into the third year after sowing. Maximum quantities were discovered in June/July.
2. *Poa pratensis* had obviously produced the largest amount of roots, followed by the species *Phleum pratense* and *nodosum*, *Festuca rubra*, *Festuca ovina*, *Lolium perenne*, *Agrostis tenuis*, *Agrostis stolonifera* and *Agrostis canina*.
3. The *Agrostis* species developed a markedly smaller amount of roots, when cut to 1 cm, as compared to a cut of 3 cm.

Ergebnisse zur Narbenfilzanhäufung (thatch) bei Rasenflächen

W. Skirde, Gießen

1. Problematik

Nach der Einwirkung von 6 aufeinander folgenden Trocken-sommern, die von 1969 bis 1974 teilweise weniger meteorologisch als physiologisch durch uneffektive Niederschlagsmengen oder überdurchschnittliche Temperaturen in weiten Bereichen der Bundesrepublik herrschten, hat sich das aus den USA hinreichend bekannte „thatch“-Problem auch in Deutschland stärker bemerkbar gemacht. Dieses „thatch“-Problem, bei dem es sich um eine Anhäufung von Narbenfilz, bestehend aus Rhizomen, Stolonen, Wurzeln, Bestockungsknoten und Blättern handelt, die mangels Mineralisation gewissermaßen eine Rohhumusaufgabe bilden, war früher, als noch überwiegend rasenungemäße Ansaatmischungen verwendet wurden, nahezu unbekannt, es sei denn, es erfolgten bereits Ansaaten mit einem höheren Anteil an *Festuca rubra*, besonders *Festuca rubra commutata* sowie mit *Festuca ovina*. Es hat in den vergangenen Jahren aber zunehmend zu Schwierigkeiten geführt, wo gute, sortengerechte Ansaatmischungen, vor allem mit *Poa pratensis* und *Festuca rubra*, schnell eine dicht geschlossene Rasendecke gebildet haben.

Das Problem besteht darin, daß der aus organischer Masse sich aufbauende Rasenfilz in ansteigendem Maße eine Wasserserrückhaltung infolge hoher Wasserspeicherung bewirkt und folglich das Beregnungsbedürfnis verfilzter Rasenflächen erhöht. Die starke Wasserserrückhaltung in der Filzschicht, die bis zu 20 mm betragen kann, verringert die Effektivität von Beregnung und natürlichen Niederschlägen, vor allem bei geringen Einzelmengen, da die Feuchtigkeit dann nicht bis zum Boden durchdringt und bei anschließender wind- und sonnenreicher Witterung rasch durch Verdunstung aus der Rasen-narbe verlorengeht. Damit bleiben bei trockener Sommerwit-

terung aber auch die durch Düngung zugeführten Nährstoffe in der Filzschicht lokalisiert; sie werden nicht oder nur ungenügend in den Wurzelbereich eingewaschen. Dies wiederum führt zu einer Beeinträchtigung der Wurzelrenewierung, die bei Beobachtungen im Frühjahr des Jahres 1974 nicht mehr durch vertikales Wurzelwachstum in den Boden, sondern vielmehr durch horizontale Wurzelentwicklung in der Filzschicht stattfand. Damit kann mit der Zeit eine anfänglich hohe Scherfestigkeit einer dichten, intensiv verwurzelten Rasendecke weitgehend verlorengehen.

Im ganzen entstehen auf diese Weise Wachstumsverhältnisse, die der Erhaltung einer robusten, relativ witterungsunabhängigen Rasendecke entgegengesetzt sind. Wünschenswert wäre nämlich die Zufuhr von Beregnungswasser und Nährstoffen direkt in oder unter den tieferen Wurzelraum, um das Wurzelwachstum immer wieder in tiefere Schichten hinein anzuregen. Bei Rasensportflächen mit Winterspielbetrieb entsteht eine zusätzliche Schwierigkeit dann, wenn eine in Winterruhe sich befindliche, verfilzte Rasendecke durch Spielbetrieb komprimiert wird. Eine geringe Filzschicht von etwa 3 bis 5 mm Dicke ist auf Rasensportflächen als eigentliche Verschleißschicht des Spielfeldbelags „Rasendecke“ durchaus erwünscht. Wächst die Filzschicht jedoch darüber hinaus stark an, dann bildet sich bei Spielbetrieb eine pappeartige Struktur aus, die sehr bald Wasserundurchlässigkeit bewirkt und Pfützenbildungen auf der Rasendecke hervorruft, obwohl die darunter liegende Tragschicht aus Sand besteht. Bis zur Bestandsumstellung zu flachwurzelnden Arten als Störungsanzeiger, z. B. *Poa annua*, ist dann kein weiter Weg mehr.

Das Anwachsen des Rasenfilzes mit zunehmendem Alter der Rasendecke geht aus der nachstehenden Aufstellung hervor,

die Meßwerte an *Poa pratensis*-dominanten Rasennarben wiedergibt. Die Ansaatmischungen bestanden aus

- 60–70 % *Poa pratensis* – Merion
- 15–20 % *Cynosurus cristatus* – Credo
- 10 % *Phleum pratense* – King oder Pastremo
- 0–15 % *Festuca rubra* – Topie oder Koket.

Die stets im Frühjahr erfolgten Ansaaten wiesen im Oktober 1974 folgende Narbenfilzstärken auf:

Ansaat 1974	0 mm
Ansaat 1973	9,5 mm
Ansaat 1972	12,2 mm
Ansaat 1971	13,0 mm
Ansaat 1970	15,7 mm

Diese rasche und starke Filzanhäufung deutet zunächst auf die Notwendigkeit der rechtzeitigen Durchführung mechanischer Maßnahmen wie Vertikutieren (= Senkrechtschneiden zum Ausdünnen), Schlitzten und Sanden hin, um eine Degeneration der Rasennarben auszuschließen. Wichtiger erscheinen jedoch biologische Möglichkeiten zur Verhinderung oder Einschränkung der Narbenfilzbildung, da es sich bei ihr doch um die Folge einer mehr oder weniger langfristig gestörten Tätigkeit der Bodenflora und Bodenfauna handelt. Dies geht beispielsweise aus den Untersuchungen von WILLIAMS, PUGH u. MORRIS (1972) hervor, die auf einer seit 20 Jahren präventiv gegen Rasenkrankheiten behandelten Golfplatzfläche eine stärkere Filzbildung als auf unbehandelten Flächen feststellten. Ebenso fanden diese Autoren Unterschiede in der saprophytischen Mikroflora, die in erster Linie für die Umsetzung der organischen Substanz verantwortlich ist. Eine stärkere Rasenbildung wurde unter niederländischen Verhältnissen von HINTZEN (1974) auch bei regelmäßiger Bodenentseuchung von Versuchsflächen beobachtet.

Vor allem die eingangs dargestellte Problematik der Narbenfilzanhäufung war im Hinblick auf eine funktionsgerechte Erhaltung von Rasenflächen Anlaß, im Zusammenhang mit den Ergebnissen der erwähnten Autoren eine Anzahl verschiedenartiger Versuchsreihen auf die eingetretene Rasenfilzbildung hin zu untersuchen, um weitere Beziehungen, besonders hinsichtlich des Verhaltens von Grasarten, des Einflusses von Standortfaktoren und der Einwirkung pflegetechnischer Maßnahmen zu ermitteln.

2. Ergebnisse

2.1. Arten und Sorten

Einleitend wurde bereits auf die praktische Beobachtung der starken Filzanreicherung von Rasen hingewiesen, die insbesondere eine Dominanz an *Festuca rubra commutata* aufweisen. Diese Erscheinung ist auch von Naturrasen in Mittelgebirgen bekannt, wo vor allem *Festuca rubra commutata*, *Festuca ovina*, aber auch *Nardus stricta* eine schwer wasser-durchlässige Rohhumusaufgabe bewirken.

In einem im Frühjahr 1970 angelegten Versuch mit einzelnen Sorten verschiedener Arten zeigte sich einmal, daß Sorten von *Poa pratensis* bis zum Herbst 1974 die gleiche Rasenfilzstärke wie *Festuca rubra commutata* – Topie ausgebildet hatten, zum anderen, daß bei *Festuca rubra* die kurzausläufer-treibenden Sorten Oase und Golfrood eine geringere Filzdicke als Topie aufwiesen (Tab. 1). Gegenüber *Poa pratensis* und *Festuca rubra commutata* war die eingetretene Rasenfilzbildung sowohl bei *Agrostis stolonifera* und *Agrostis tenuis* als auch insbesondere bei *Phleum nodosum* und *Phleum pratense* geringer.

Diese Artenunterschiede, die am Trockenstandort Gießen ohne Zusatzberegnung ermittelt wurden, traten prinzipiell auch auf dem niederschlagsreichen Standort Rinn bei Innsbruck auf*), wo Welkeerscheinungen an der Rasendecke bisher in keinem Sommer beobachtet werden konnten. Allerdings war die Rasenfilzdicke, die insgesamt weitaus niedrigere Werte aufwies, hier bei *Festuca rubra* – Topie merklich größer, was der starken *Festuca rubra*-Dominanz des Standorts zugeschrieben wird.

Weitere Sortenunterschiede, wie sie sich bereits in der ersten Tabelle andeuteten, sind aus der Auswertung einer kleineren

Sortenreihe ersichtlich (Darst. 2). Die ohne Beregnung festgestellten Unterschiede stehen bei den stark filzbildenden Gräsern in enger Beziehung zur Narbendichte der jeweiligen Sorte.

Tabelle 1:

	Standort Gießen	Standort Rinn
<i>Agrostis stolonifera</i> – Penncross	10,6	–
<i>Agrostis tenuis</i> – Holfior	10,8	1,5
<i>Festuca rubra</i> – Golfrood	13,2	–
<i>Festuca rubra</i> – Oase	12,6	6,5
<i>Festuca rubra</i> – Topie	15,1	12,5
<i>Phleum nodosum</i> – S 50	8,1	2,5
<i>Phleum pratense</i> – King	7,3	0,5
<i>Poa pratensis</i> – Fylking	14,6	3,0
<i>Poa pratensis</i> – Baron	14,7	–
<i>Poa pratensis</i> – Merion	14,5	2,5
<i>Cynosurus cristatus</i> – Credo	–	2,0

Tabelle 2:

<i>Poa pratensis</i>		<i>Festuca rubra</i>	
Merion	12,3	Lifalla	15,5
Admira	11,2	Elanor	10,0
Enmundi	13,0	Polar	14,9
Nugget	14,2	Monaco	15,4
Blueband	13,5	Gracia	12,3
Parade	11,5	Lirota	9,0
Viking	12,8	Blere	13,0
Campina	8,3	Beo	10,0
<i>Lolium perenne</i>		<i>Phleum nodosum</i>	
Parcour	4,2	Pedestra	6,0
Manhattan	4,0	Mom Pb 4	6,8
Lora	3,9	Piccolo	10,3
Odina	3,2	Evergreen	8,2
Dolewi	3,0		
Goal	5,3		
Sprinter	6,0		
Triumpf	4,5		

2.2. Ansaatmischungen bei Beregnung und Schnitthöhendifferenzierung

Das Verhalten verschiedener Ansaatmischungen bezüglich der Rasenfilzausbildung steht verständlicherweise in einem engen Zusammenhang mit der Arten- und Sortenwahl. Diese Frage soll an sieben Ansaaten behandelt werden, die ebenfalls in Gießen und in Rinn bei Innsbruck zur Anlage kamen. Der Gießener Versuch erhielt allerdings noch eine Differenzierung in „Beregnet“ und „Unberegnet“ sowie in „Tiefschnitt“ (1,5 cm) und in „Hochschnitt“ (3 cm). Demgegenüber blieb der Versuch in Rinn stets unberegnet; die Schnitthöhe betrug dort etwa 4 cm. Die N-Gabe lag bei beiden Standorten zwischen 15 und 20 g N/m² und Jahr.

Die Ansaatmischungen waren folgende:

Mischung 1: 20 % *Agrostis canina* – Novobent

40 % *Festuca rubra* – Topie

40 % *Festuca rubra* – Oase

Mischung 2: 20 % *Agrostis stolonifera* – Penncross

40 % *Festuca rubra* – Topie

40 % *Festuca rubra* – Oase

Mischung 3: 20 % *Agrostis tenuis* – Holfior

40 % *Festuca rubra* – Topie

40 % *Festuca rubra* – Oase

Mischung 4: 55 % *Poa pratensis* – Merion

15 % *Festuca rubra* – Golfrood

10 % *Festuca rubra* – Topie

15 % *Festuca ovina* – Biljart

5 % *Agrostis tenuis* – Tracenta

Mischung 5: 50 % *Poa pratensis* – Merion

25 % *Festuca rubra* – Oase

15 % *Cynosurus cristatus* – Credo

5 % *Phleum pratense* – King

5 % *Agrostis tenuis* – Tracenta

Mischung 6: 55 % *Poa pratensis* – Merion

20 % *Cynosurus cristatus* – Credo

10 % *Phleum pratense* – King

*) Es besteht das Bedürfnis, dem Direktor der Tiroler Landesanstalt für Samenprüfung und Pflanzenzucht, Herrn Dipl. Ing. L. Köck, für die hervorragende Zusammenarbeit bei der Bearbeitung dieser und anderer Versuche aufrichtig zu danken.

Tabelle 3: Rasenfilzdicke (in mm) von Ansaatmischungen bei Zusatzberechnung und Schnitthöhendifferenzierung

(Ansaat: April 1970; Messung: September 1974)

	Berechnet		Unberechnet		Mittelwert f. Mischung	Rinn
	Hochschnitt	Tiefschnitt	Hochschnitt	Tiefschnitt		
Mischung 1 D = Ac	15,0 Ac	15,4 Ac	15,6 Ac	13,8 Ac	14,4	7,0 Ac
Mischung 2 D = A st	11,0 A st	7,8 A st	13,0 Fr	9,8 Fr	10,4	6,5 A st
Mischung 3 D = At	13,4 At	12,4 At	12,0 Fr	12,8 Fr	12,6	4,0 At
Mischung 4 D = At/Fp	13,8 At/Fp	14,0 At/Fp	13,4 Pp	10,8 Pp/Fr	13,0	2,0 At
Mischung 5 D = At/Fp	13,8 At/Fp	14,4 At/Fp	13,4 Pp/Phn	11,2 Pp	14,0	2,0 At
Mischung 6 D = Pp	14,2 Pp	12,2 Pp	12,4 Pp	9,2 Pp	12,0	0 Cc
Mischung 7 D = Pp/Php	15,4 Pp/Php	13,2 Pp/Php	12,6 Pp	10,2 Pp	13,5	0 Cc
Mittelwert f. Behandlg.	13,2	12,8	13,3	11,1		

D = Dominante Grasarten in der Narbe:

Ac = Agrostis canina Pp = Poa pratensis
 Ast = Agrostis stolonifera Php = Phleum pratense
 At = Agrostis tenuis Phn = Phleum nodosum
 Fr = Festuca rubra Cc = Cynosurus cristatus
 Fo = Festuca ovina

10 % Lolium perenne – Barenza
 5 % Festuca rubra – Oase

Mischung 7: 65 % Poa pratensis – Merion
 15 % Festuca rubra – Oase
 10 % Cynosurus cristatus – Credo
 10 % Phleum pratense – King

Was die Reaktion der Mischungen auf dem Standort Gießen anbetrifft, so erscheint die Rasenfilzdicke im Mittel relativ ausgeglichen. Es deutet sich lediglich eine stärkere Filzausbildung bei der Ansaatmischung mit Agrostis canina und eine geringere bei der Ansaat mit Agrostis stolonifera an. Diese geringen Unterschiede mögen damit zusammenhängen, daß die Narben im wesentlichen aus Agrostis, Festuca rubra und Poa pratensis bestehen, die alle verhältnismäßig stark filzbildend sind (Tab. 3).

In Rinn aber, wo die ökologische Situation eine andere botanische Zusammensetzung der Rasendecke bewirkt hat, sind die Unterschiede größer, wenn die absoluten Werte auch weit aus niedriger liegen. Dort war die Rasenfilzdicke bei Dominanz von Agrostis canina bzw. Agrostis stolonifera am stärksten, sie war weitaus schwächer bei Dominanz von Agrostis tenuis, und in den Mischungen 6 und 7, die in Rinn eine Kammgras-Dominanz aufwiesen, trat praktisch keine Filzbildung ein.

Ohne sicheren Einfluß blieben am Standort Gießen bisher auch Zusatzberechnung und Schnitthöhendifferenzierung; man kann bestenfalls von einer Tendenz der Zunahme der Filzbildung bei Unberechnet und Hochschnitt sprechen. Das könnte damit zusammenhängen, daß am Gießener Standort ohne Zusatzberechnung grundsätzlich eine geringere Stoffbildung eintritt und daß dieser Stoffaufbau bei Tiefschnitt dadurch entsprechend reduziert wird, daß Trockenschäden eher als bei Hochschnitt eintreten.

2.3. Düngung und Schnittfrequenz

Von der Düngung geht ein extrem großer Einfluß auf die Rasenfilzbildung aus. Am stärksten scheint dabei die Stickstoffdüngung zu wirken, die gleichzeitig aber die Schnittfrequenz bestimmt. Dies zeigt ein Ausschnitt aus einem umfangreichen, 1969 angelegten Versuch, der bei sechs N-Stufen gleichzeitig entsprechende Schnitzzahl-Differenzen – von 2 mal pro Woche bis 1 mal pro Jahr – enthält. Die ausgewählten Versuchsglieder wurden mit folgenden Ansaatmischungen gesät:

- Mischung 1: 50 % Festuca ovina duriuscula – Biljart
 50 % Festuca rubra commutata – Topie
 Mischung 2: 50 % Festuca ovina duriuscula – Biljart
 25 % Festuca rubra commutata – Topie
 25 % Poa pratensis – Fylking
 Mischung 3: 50 % Festuca rubra commutata – Topie
 25 % Festuca ovina duriuscula – Biljart
 25 % Poa pratensis – Fylking
 Mischung 4: 50 % Poa pratensis – Merion
 25 % Cynosurus cristatus – Credo
 25 % Festuca ovina duriuscula – Biljart

Mischung 5: 50 % Poa pratensis – Merion
 30 % Cynosurus cristatus – Credo
 20 % Phleum nodosum – S 50

Aus den Ergebnissen dieses unberechneten Versuches (Tab. 4) geht eindeutig hervor, daß die Rasenfilzdicke mit höherer Stickstoffgabe und größerer Schnittfrequenz stärker wird. Sie betrug im Mittel der untersuchten 5 Mischungen 14 mm bei der höchsten und nur 3 bis 4 mm bei der geringsten Pflegestufe. Da es sich um Mischungen handelt, sind in dieser Reak-

Tabelle 4: Rasenfilzdicke (in mm) bei verschiedenen Ansaatmischungen unter dem Einfluß verschieden hoher N-Düngung und gestaffelter Schnitthäufigkeit

(Ansaat: April 1969; Messung: September 1974)

	Mischung					Mittelwert f. Behandlg.
	1	2	3	4	5	
1 Schnitt/Jahr N = 0 g/m ²	5,0 D = Fr	5,0 D = Fr	3,4 D = Fr	3,1 D = Po+Cc	1,1 D = Phn+Cc	3,5
3 Schnitte/Jahr N = 2,5 g/m ²	8,1 D = Fr	5,3 D = Fr	6,0 D = Fr	3,3 D = Fr+Cc	2,8 D = Phn+Cc	5,1
1 Schnitt/Monat N = 5,0 g/m ²	15,0 D = Fr	13,0 D = Fr	11,1 D = Fr	8,8 D = Fo	6,8 D = Phn	11,1
2 Schnitte/Monat N = 10,0 g/m ²	16,0 D = Fr	13,3 D = Fr	13,6 D = Fr	11,3 D = Fo	10,5 D = Phn	12,9
1 Schnitt/Woche N = 20,0 g/m ²	15,6 D = Fr	14,3 D = Fr+Pp	15,6 D = Fr+Pp	12,6 D = Pp	11,6 D = Pp	13,9
2 Schnitte/Woche N = 20,0 g/m ²	16,0 D = Fr	15,0 D = Fr+Pp	13,8 D = Pp	13,8 D = Pp	11,8 D = Pp	14,1
Mittelwert f. Mischungen	12,6	11,0	10,6	8,8	7,4	

tion bestandsanalytische Unterschiede enthalten, die sich besonders bei den Mischungen 4 und 5 bemerkbar machen, wo bis zum Extremtrockensommer 1973 bei allen Intensitätsstufen mehr Cynosurus cristatus und/oder Phleum nodosum enthalten war. Hierauf dürfte im wesentlichen die geringere Filzbildung bei den Mischungen 4 und 5 zurückgehen.

Eine Bestätigung der zwischen N-Gabe und Rasenfilzdicke festgestellten Beziehung findet sich in einem weiteren Versuch mit N-Steigerung zu einer Sportfeldmischung, deren Ansaat aus

65 % Poa pratensis – Merion
 10 % Cynosurus cristatus – Credo
 10 % Phleum pratense – King
 15 % Festuca rubra – Oase

bestand. Die Abstufung der N-Gabe pro Jahr war 0 – 5 – 10 – 20 – 30 – 40 – 60 g N/m², verabfolgt als Parkrasendünger 20 : 5 : 5. Der Schnitt wurde jeweils bei 6 bis 8 cm Aufwuchshöhe vorgenommen, eine Berechnung fand auch bei diesem Versuch nicht statt.

Tabelle 5: Rasenfilzdicke (in mm) bei einer Sportfeldansaat unter N-Steigerung

(Ansaat: April 1970; Messung: September 1974)

	Rasenfilzdicke	Dominante Art(en)
N = 0 g/m ²	2,0	Cc
N = 5 g/m ²	5,1	Cc
N = 10 g/m ²	10,5	Pp+Cc
N = 20 g/m ²	13,6	Pp
N = 30 g/m ²	15,5	Pp
N = 40 g/m ²	16,1	Pp
N = 60 g/m ²	16,0	Pp

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen in Darst. 4 nimmt die Rasenfilzdicke, besonders ab 10 g/m² N, stark zu. Allerdings ist in diesem Versuch neben N- und Schnittwirkung gleichzeitig auch der Effekt einer sich mit N-Steigerung verstärkenden physiologisch sauren Düngung in Form des Parkrasendüngers enthalten, der zu einer beträchtlichen Änderung des pH-Wertes im Boden (obere 4 cm) und im Rasenfilz selbst geführt hat. Dies geht eindrucksvoll aus Tabelle 6 hervor, die die ermittelten pH-Werte wiedergibt.

Insgesamt decken sich die Meßergebnisse zur Stickstoffwirkung mit den Angaben von MEINHOLD u. a. (1973), die bei

Tabelle 6:

pH-Werte (KCl) in Boden und Rasenfilz bei N-Steigerung

	p H - W e r t	
	Boden	Rasenfilz
N = 0 g/m ²	4,8	5,0
N = 5 g/m ²	4,6	4,6
N = 10 g/m ²	4,3	4,3
N = 20 g/m ²	4,0	4,1
N = 30 g/m ²	3,8	4,2
N = 40 g/m ²	3,6	4,2
N = 60 g/m ²	3,4	4,3

Förderung der Ansammlung von Rasenfilz bei hoher N-Gabe zugleich eine Erhöhung des Gehalts an schwer zersetzendem Lignin und die Verringerung der mikrobiellen Aktivität feststellten. Aktivierter Klärschlamm wirkte im Vergleich mit Ammonsulfat entgegengesetzt, indem die Filzanhäufung abnahm und die mikrobielle Aktivität stieg.

Andererseits konnte ein direkter Einfluß der physiologischen Reaktion der Düngung sowohl in Gießen als auch in Rinn bei Innsbruck festgestellt werden. Die Gegenüberstellung der Zahlenwerte eines Versuches, der ab Frühjahr 1970 in einer Teilsérie physiologisch alkalisch und in einer anderen Teilsérie physiologisch sauer gedüngt wurde, ergibt für die physiologisch sauer gedüngte Serie nämlich stets eine größere Rasenfilzdicke, auch wenn zwischen Gießen und Rinn große standörtlich wirkende Unterschiede bestehen. Die Differenz beträgt in Gießen im Mittel 3 bis 4 mm, während in Rinn einzelne Gräser nur bei physiologisch saurer, nicht aber bei alkalischer Düngung Rasenfilz ausgebildet haben (Tab. 7 u. 8). Dieses Ergebnis entspricht den Befunden von WILLIAMS, PUGH u. MORRIS, die danach selbst für Greens eine leichte Anhebung des pH-Wertes empfehlen.

Zur Versuchsdurchführung dieses Versuches wäre nachzutragen, daß die Stickstoffgabe pro Jahr in Gießen 20 g/m² und in Rinn etwa 15 g/m² betrug und daß in Gießen auch dieser

Tabelle 7: Rasenfilzdicke (in mm) unter dem Einfluß der physiologischen Reaktion der Düngung - Gießen
(Ansaat: April 1970; Messung: September 1974)

	D ü n g u n g	
	physiologisch sauer	physiologisch alkalisch
Agrostis stolonifera - Pennecross	12,2	9,0
Agrostis tenuis - Holfior	12,7	8,9
Festuca rubra - Golfrood	14,5	12,0
Festuca rubra - Oase	14,0	11,2
Festuca rubra - Topie	16,8	15,5
Phleum nodosum - S 50	9,2	7,0
Phleum pratense - King	7,7	6,8
Poa pratensis - Fylking	16,0	15,2
Poa pratensis - Baron	16,0	15,4
Poa pratensis - Merion	15,3	15,8
Mischung 1		
5 % Agrostis tenuis - Holfior	14,1	9,5
35 % Festuca rubra - Topie	D = Fr	D = At
60 % Poa pratensis - Merion		
Mischung 2		
10 % Phleum pratense - Pastremo	15,1	8,8
20 % Cynosurus cristatus - Credo	D = Pp	D = Pp+Cc
70 % Poa pratensis - Merion		
Mischung 3		
10 % Phleum nodosum - S 50	15,1	8,6
90 % Poa pratensis - Merion	D = Pp+Phn	D = Phn

Tabelle 8: Rasenfilzdicke (in mm) unter dem Einfluß der physiologischen Reaktion der Düngung - Rinn b. Innsbruck
(Ansaat: Mai 1970; Messung: September 1974)

	D ü n g u n g	
	physiologisch sauer	physiologisch alkalisch
Agrostis tenuis - Holfior	3,0	0
Festuca rubra - Oase	8,0	5,0
Festuca rubra - Topie	15,0	10,0
Phleum nodosum - S 50	5,0	0
Phleum pratense - King	1,0	0
Poa pratensis - Fylking	4,0	2,0
Poa pratensis - Merion	3,0	2,0
Cynosurus cristatus - Credo	4,0	0

Versuch unberechnet blieb, während in Rinn ein Beregnungsbedürfnis nicht besteht. Der pH-Wert liegt bei der alkalischen Serie in Gießen inzwischen bei 6,4, in Rinn bei 6,1 und bei der sauren Teilfläche in Gießen bei 5,2, in Rinn bei 4,5. Gewisse Unterschiede können hinsichtlich der Düngung schließlich auch einem Düngerartenversuch mit 6 verschiedenen Rasendüngern zu Zierrasen und Gebrauchsrasen entnommen werden, der auf anstehendem Boden und auf einer darauf aufgetragenen Sanddecke von 5 cm Dicke eines Sandes der Körnung 0/3 angelegt worden war. Die N-Gabe pro Jahr betrug 20 g/m², der Gehalt an P₂O₅, K₂O und Spurenelementen blieb unberücksichtigt, eine Beregnung erfolgte nicht.

Die Ansaatmischungen setzten sich bei Zierrasen aus 20 % Agrostis tenuis - Tracenta 80 % Festuca rubra - Topie und bei Gebrauchsrasen aus 50 % Poa pratensis - Merion 30 % Festuca rubra - Topie 15 % Phleum nodosum - S 50 5 % Agrostis tenuis - Tracenta zusammen.

Tabelle 9: Rasenfilzdicke (in mm) bei verschiedenen Rasendüngern
(Ansaat: April 1969; Messung: September 1974)

	Anstehender Boden		Sanddecke	
	Zierrasen	Gebrauchsrasen	Zierrasen	Gebrauchsrasen
Park 20:5:5	16,3	15,0	16,8	17,3
Scott 23:7:7	13,0	12,8	14,8	15,7
Guano 9,5:3,5:4,5	13,3	15,2	17,2	17,8
Hesa 6,5:2:2,5	14,7	15,2	16,8	17,8
Cornufera 10:5:5	12,7	14,7	16,2	16,8
Rasenfloranid 20:5:10	13,5	14,8	14,2	15,3
Mittelwert	13,9	14,0	16,1	16,8

Faßt man die Einzelergebnisse dieses Versuches zusammen, so ergeben sich düngerbezogene Differenzen in der Rasenfilzdicke nur in geringem Maße (Tab. 9). Es hat den Anschein, als wäre die Rasenfilzanhäufung bei Scott, Rasenfloranid und gegebenenfalls bei Cornufera etwas geringer, bei Park und eventuell Hesa dagegen etwas stärker. Hier dürften ebenfalls geringe Einflüsse des pH-Wertes vorliegen. Größer als diese Unterschiede sind dagegen die Abweichungen zwischen dem natürlichen Boden und der Sanddecke, wo der Boden, trotz Trockenheit, offensichtlich etwas bessere Mineralisationsmöglichkeiten geboten hat. Dagegen ist die Rasenfilzdicke bei den beiden Ansaaten nahezu gleich, da auch der Gebrauchsrasen zusammen mit Poa pratensis eine Agrostis/Festuca-Dominanz aufwies. Nur bei Scott und Rasenfloranid konnte auch Phleum nodosum einen merklichen Bestandsanteil gewinnen.

2.4. Vegetationsschichten und Sportfeldaufbauten

Die Unterschiede, die hinsichtlich der Rasenfilzdicke zwischen

Tabelle 10: Rasenfilzdicke (in mm) bei verschiedenen Vegetationsschichten
(Ansaat: 1970; Messung: September 1974)

	Rasenfilzdicke
1. Boden	15,7
2. Sand (0/3)	15,3
3. 40 Vol.-% Weißtorf 60 Vol.-% Sand 0/3	14,1
4. 40 Vol.-% Hygromüll 60 Vol.-% Sand 0/3	15,1
5. 20 Vol.-% Weißtorf 20 Vol.-% Hygromüll 60 Vol.-% Sand 0/3	15,8
6. Sand 0/3 Agrosil, 300 g/m ²	14,7
7. 20 Vol.-% Weißtorf 20 Vol.-% Hygromüll 60 Vol.-% Sand 0/3 100 g/m ² Agrosil	15,8
Schichtstärke der Varianten 2 - 7 etwa 4 bis 5 cm, darunter anstehender sandiger Lehmboden.	

Boden und reinem Sand gefunden wurden (Tab. 9), ließen sich bei Messungen an einem unberegneten Vegetationsschichtversuch und bei Rasentennisaufbauten nicht sicher bestätigen. Im Vegetationsschichtversuch, der mit einer Saatmischung aus

- 70 % *Poa pratensis* — Merion
- 20 % *Cynosurus cristatus* — Credo
- 10 % *Phleum pratense* — King

angesät worden war, eine Düngung von etwa 20 g/m² N pro Jahr erhielt und eine *Poa pratensis*-Dominanz mit *Phleum*-Anteilen von 20 bis 30 % ausgebildet hat, sind Unterschiede mit geringer Streuung zwar vorhanden, im ganzen aber doch gering. Die Rasenfilzdicke war bei Sand/Torf, Sand/Agrosil und Sand/Hygomull weniger ausgeprägt, bei den restlichen Versuchsgliedern jedoch stärker. Daraus ergeben sich keine logischen Rückschlüsse auf den Einfluß der Zusammensetzung der Vegetationsschichten, so daß die extreme Trockenheitseinwirkung in den Versuchsjahren mögliche Effekte unter Umständen überdeckt hat.

Eine gewisse Reaktion, die sich mit der Zusammensetzung der Vegetations- bzw. Tragschicht in Verbindung bringen läßt, geht dagegen aus einem stets bei Welkebeginn beregneten Rasentennisversuch mit folgenden Aufbauten hervor:

1. 10 cm Dränschicht: Kies 0/30
10 cm Tragschicht: 50 % Sand 0/3
20 % Löß
20 % Weißtorf
10 % Hygomull
2. 15 cm Dränschicht: Sand 0/3
5 cm Tragschicht: 70 % Sand 0/3
20 % Hygomull
10 % Weißtorf
3. 20 cm kombinierte Drän- und Tragschicht aus Bimskies 0/20 mit Mulchansaat
4. 20 cm kombinierte Drän- und Tragschicht aus Lava 7/15 mit Mulchansaat.

Die Ansaat wurde mit einer Saatgutmischung, bestehend aus 70 % *Poa pratensis* — Merion, 20 % *Cynosurus cristatus* — Credo, 10 % *Phleum nodosum* — S 50

vorgenommen, das Mulchgemisch enthielt 8 l/m² Hygomull, 4 l/m² Weißtorf, 8 l/m² Sand 0/3

sowie 15 g/m² Saatgut.

Die jährlich verabfolgte Stickstoffdüngung betrug 25 g/m², die Schnitthöhe entsprach den Bedürfnissen einer Rasentennisfläche mit 1,0 bis 1,5 cm.

Bei diesem Versuch bildeten die Aufbauten 1 und 2 mit Boden und Torf die geringste Filzdicke aus, während die aus reinen Gesteinsgemengen hergestellten Aufbauten, die zur Sicherung der Ansaat lediglich mit einer geringen Mulchdecke versehen wurden, eine dickere Rasenfilzschicht entwickelten.

Tabelle 11:

Rasenfilzdicke (in mm) bei verschiedenen Rasentennis-Aufbauten (Ansaat: April 1971; Messung: September 1974)	
Aufbau 1	7,6
Aufbau 2	7,6
Aufbau 3	9,0
Aufbau 4	8,8

3. Schlußfolgerungen

Fassen wir die Ergebnisse der durchgeführten Messungen zusammen, so ist festzustellen, daß die Narbenfilzanhäufung bei Rasenflächen zunächst von **Grasart** und **Grassorte** abhängig ist. Sie wird ferner außerordentlich stark durch die Pflegeintensität bestimmt, indem wenig mit Nährstoffen, insbesondere Stickstoff, versorgte Flächen, die nur einer geringen Schnittzahl bedürfen, wenig oder weitaus weniger Rasenfilz als regelmäßig und ausreichend gedüngte sowie dementsprechend gemähte Rasen bilden. Von großem Einfluß ist auch die physiologische Reaktion der Düngung, wenn man diesbezüglich stets einseitig wählt. Ständig saure Düngung verstärkt die Rasenfilzbildung beträchtlich, so wie es auch bei Naturrasen auf Mittelgebirgsstandorten mit niedrigem pH-Wert, trotz genügender Niederschlagseinwirkung, der Fall ist.

Gegenüber diesen Faktoren blieben verschiedene Schnitthöhe, Zusatzberegnung und Bodenaufbau bisher entweder ohne siche-

ren Einfluß auf die Bildung von Rasenfilz oder es deuteten sich erst geringe Unterschiede an.

Unvergleichlich größer sind dagegen die Ergebnisdifferenzen zwischen dem sommertrockenen Standort Gießen und dem feuchten Höhenstandort Rinn, wo unter der Einwirkung ausreichender Niederschläge, eines starken Taubefalls zusammen mit dem Ausbleiben von Bodentrockenheit, Rasenfilz nur bei einzelnen Arten, z. B. *Festuca rubra* und *Agrostis stolonifera*, in nennenswertem Umfang eintritt. Da diese Filzschicht in Rinn aber stets genügend wasserversorgt ist, bestehen Schwierigkeiten bei der Wasserabführung nicht. Andernfalls kann „thatch“ geradezu hydrophob wirken. Die Unterschiede zwischen den ökologisch grundverschiedenen Standorten Gießen und Rinn finden eine Bestätigung durch Beobachtungen, die im August in den Niederlanden gewonnen werden konnten. Dabei entstand der Eindruck, daß unter den dortigen, luftfeuchten maritimen Bedingungen praktisch keine oder nur eine geringe Rasenfilzbildung auf grundwassernahen Böden eintritt, wo optimale Durchfeuchtungsverhältnisse bis zur Narbe hin in der Regel bestehen, die auf grundwasserfernen Böden jedoch fehlen und dann zu stärkerer Filzbildung führen. Ebenso ist beispielsweise auf verschiedenen neuen oder erneuerten Rasensportflächen in Hamburg, auch im Volksparkstadion, die Rasenfilzdicke derart angewachsen, daß ein Ausdünnen erforderlich wurde.

Dies wiederum dürfte den ausgebliebenen Effekt einer Beregnung auf die Narbenfilzdicke erklären, da Zusatzberegnung zwar vor Trockenschäden schützt, aber auch zum Filzaufbau beiträgt, in extremen Trockenperioden aber nicht zum Filzabbau ausreicht, da durch Beregnung insbesondere Temperatur und Luftfeuchtigkeit unbeeinflusst bleiben und die Narbenfilzdurchfeuchtung bei trockener Witterung nach Beregnung nur 1 bis 3 Tage anhält. Er erklärt vielleicht auch, daß echte Differenzen zwischen Bodenaufbauten bisher ausblieben. Demgegenüber dürfte die scheinbar geringere Rasenfilzdicke, wie sie im September 1974 im Wiener Raum beobachtet wurde, ihre Ursache in der besonders extremen Ausprägung des pannonischen Klimas haben, wo ausbleibender Regen teilweise den ganzen Sommer hindurch nicht nur den Filzabbau, sondern im Gegensatz zu Gießen auch den Filzaufbau verhindert.

Abgesehen vom Rasentyp, der Grasart und -sorte, wobei der Rasentyp die Pflegeintensität einschließt, geht der größte Einfluß auf die Rasenfilzbildung, wenn man ferner die physiologische Reaktion der Düngung außer acht läßt, also von den Feuchtigkeitsverhältnissen des Standorts aus. Nur dort scheint ein Gleichgewicht zwischen Aufbau und Abbau an Narbensubstanz zu bestehen, wo ausgeglichene Feuchtigkeitsverhältnisse in Boden und Narbe herrschen, wo damit auch die für Abbauvorgänge entscheidende mikrobielle Aktivität ungestört abläuft (BEARD 1973). Diese mikrobiologischen Vorgänge einschließlich ihrer Grundlagen erscheinen angesichts der Problematik der Rasenfilzbildung für Erhaltung und Nutzung von Grünflächen noch einer differenzierten Untersuchung wert, um Möglichkeiten zur Reduzierung der Rasenfilzbildung zu finden. Dazu wiederum könnte die Ermittlung bestimmter chemischer Komponenten wie N-Gehalt, Rohfaser und Lignin sowie C : N — Verhältnis im Rasenfilz, aber auch der Gehalt an Glukose, von besonderer Bedeutung sein. Andererseits ist zu prüfen, wie sich eine Dauerdurchfeuchtung von Rasennarben in trockenen Lagen, sei es durch Beregnung oder Unterflurbewässerung, auf die Anhäufung von Rasenfilz auswirkt.

Vom Standpunkt der Pflégetechnik besteht in gefährdeten Gebieten die Notwendigkeit, eine zu starke Narbenanhäufung durch Vertikutieren sowie durch dünnes Besanden — zur Förderung der Abbauvorgänge —, gegebenenfalls auch durch Löffeln oder Schlitzeln, von vornherein einzudämmen.

Literatur

1. Beard, J. B., 1973: Turfgrass Science and culture: Thatch. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N. J. 658 S.
2. Hintzen, J. J., 1974: Persönliche Mitteilung.
3. Meinhold, V. H., R. L. Doble, R. W. Weaver u. E. C. Holt, 1973: Thatch Accumulation in Bermudagrass Turf in Relation to Management. *Agronomy Journal* 65, 833—835.
4. Williams, J. I., G. J. F. Pugh, B. Morris, 1972: Consideration of some of the factors responsible for fibre accumulation on Golf course greens at Wollaton, Nottingham. *Journal Sports Turf Res. Institut* 48, 36—43, 1972.

Amerikanische Gesetze und Vereinbarungen zur Sicherung der Qualität von Rollrasen

P. Boeker, Bonn

Jedem Besucher der Vereinigten Staaten, der sich mit den dortigen Rasenproblemen befaßt, muß auffallen, welche große Rolle die Rasensoden oder Rollrasen spielen. Man findet ihre Verwendung nicht nur in Sportanlagen oder dem öffentlichen Grün, wo sie auch in Europa zu finden sind, sondern auch in ausgedehntem Maße in den Hausrasen. Das hat verschiedene Gründe.

Der Hauptgrund liegt darin, daß aus klimatischen Gründen das Ansaatrisiko in vielen Regionen des Landes sehr viel größer als in Mitteleuropa ist. Mitteleuropa ist in weiten Teilen von einem maritimem Klima beeinflusst, was bedeutet, daß hier mit Regen zu allen Jahreszeiten zu rechnen ist, die Temperaturen sind gemäßigt, nur im Winter tritt ein Wachstumsstillstand bedingt durch Kälte oder Frost ein. Weite Teile der Vereinigten Staaten liegen im subtropischen, tropischen oder stark kontinental beeinflussten Klima. Es können längere Trocken- bzw. Dürreperioden auftreten, die Temperaturextreme sind hoch, teils tritt ein Wachstumsstillstand bedingt durch Dürre, teils zugleich ein weiterer im Winter bedingt durch Kälte ein. Es fehlt also in weiten Teilen des Landes an einem kontinuierlich fortschreitendem Wachstum der Gräser, so daß

neue Ansaaten insbesondere unter Trockenheit zu leiden haben, falls man sie nicht fortlaufend bewässern kann. Die günstigsten Zeiten für eine Neuansaat an Ort und Stelle sind daher viel kürzer als in Mitteleuropa. Dieses Ansaatrisiko kann man nun aber auf die Erzeuger von Rasensoden verlagern, die für die Anlage ihrer Flächen andererseits sich die günstigsten Saatzeiten auswählen können, da sie hierbei, nicht wie bei vielen Baumaßnahmen im Sportplatzbau an bestimmte Termine gebunden sind. Während man in den USA also nicht zu jeder Jahreszeit Ansaaten vornehmen kann, ist die Verlegung von Rasensoden sehr viel weniger zeitgebunden. Winterliche Frostperioden scheiden natürlich auch hier dafür aus. Ein weiterer Grund für die Verwendung von Rasensoden liegt in den hohen Ansprüchen an die Rasenqualität; ein guter Rasen ist oft eine Prestigefrage für den Hausbesitzer. Aber auch die Sportplatzbewirtschafter müssen insbesondere bei den Großstadion der Universitäten und kommerziell betriebenen Sportclubs im Interesse ihres Ansehens sehr darauf bedacht sein, nur erstklassige Rasenflächen für die Wettkämpfe, bei denen meist Zehntausende von Zuschauern anwesend sind, zur Verfügung zu haben. Da unter der harten Beanspruchung der in Amerika üblichen Rasenspiele die Flächen stark leiden, werden die Sportfelder oft in ziemlich regelmäßigen Abständen von 3 bis 5 Jahren mit neuen Rasensoden vollständig neu ausgelegt.

Ergebnisse zur Narbenfilzanhäufung (thatch) bei Rasenflächen

Zusammenfassung

Nach 6 Trockensommern wurde bei einer Reihe von Rasenflächen eine starke Bildung von Narbenfilz (thatch) festgestellt, der die Wasserdurchlässigkeit stört, das Beregnungsbedürfnis erhöht und die Belastbarkeit herabsetzt.

Wie Messungen ergaben, bestehen in der Narbenfilzanhäufung große Unterschiede zwischen Grasarten und -sorten, bei verschiedener Pflege, insbesondere Stickstoffdüngung und Schnitt sowie zwischen physiologisch saurer und alkalischer Düngung. Dagegen war der Einfluß von Schnitthöhenabstufung, Beregnung und Bodenaufbau gering. Wohl aber wurden beträchtliche ökologische Unterschiede festgestellt. Danach stehen Bildung und Abbau von Narbensubstanz, von Artenunterschieden abgesehen, bei etwa gleichbleibend gutem Feuchtigkeitszustand von Boden und Narbe, sei es durch Niederschlags- oder Grundwassereinwirkung, im Gleichgewicht. Eine Filzanhäufung tritt dagegen dort ein, wo unter Trockenheitsbedingungen zwar noch ein Aufbau an organischer Substanz stattfindet, ihr Abbau über lange Perioden des Sommers jedoch gestört ist. Hierzu sind spezifische mikrobiologische Untersuchungen noch erforderlich.

Summary

After six summers of drought in succession a great amount of thatch had developed in quite a few turfs. Thatch disturbs water permeability, increases the rainfall requirements and diminishes the resistance to wear.

As revealed by investigations, there is a great difference in thatch accumulation between grass species and grass varieties, different management, especially nitrogen fertilizer application and cutting and between physiologically acid and alkaline fertilization. The influence of cutting height, irrigation and soil, soil construction was, however, insignificant. There were, however, considerable differences in an ecological respect. It seems that, apart from differences in species, there is a balance between formation and decomposition of sward substance, when soil and sward remain continuously well provided with moisture, either by rainfall or ground water. Thatch, however, develops more frequently under dry conditions, when there is still organic matter being produced and when its decomposition is inhibited during long periods in summer. This requires yet specific microbiological investigations.

Zur Verschlechterung der Grasnarbe durch die Nutzung kommt schließlich auch noch die durch Krankheiten und Schädlinge hinzu. Hier ist es vor allem der Pilz *Fusarium roseum*, der die Art *Poa pratensis* im Sommer stark befallen und vernichten kann. Durch Verlegung neuer Soden lassen sich solche Schäden dann schnell ausgleichen. Dieser Ausgleich ist in den USA sehr viel leichter als bisher in Deutschland, da die Sportrasenflächen, aber auch die Rasen in den Hausgärten und öffentlichen Anlagen sehr viel einheitlicher, d. h. in vielen Teilen des Landes überwiegend aus *Poa pratensis* zusammengesetzt sind.

Zum Umfang der großen Rasensodenproduktion seien nur einige Daten genannt. Im Staat Virginia betrug 1973 der Produktionswert der Sodenerzeugung 125 Mill. Dollar, allein im Staat Michigan dienen 14 000 Hektar Fläche diesem Zweck. Die Erzeugung von Soden hat im letzten Jahrzehnt stark zugenommen. Dabei ist interessant festzustellen, daß sich an der Ostküste der USA eine ganze Reihe ehemaliger Milchviehbetriebe jetzt auf den ertragreicheren Anbau von Rasensoden und ihre Lieferung umgestellt hat. Bei dieser Umstellung erfreuten sie sich der intensiven Beratung durch landwirtschaftliche Dienststellen, insbesondere auch der Unterstützung durch die wissenschaftlichen Institute der Universitäten. In verschiedenen Staaten gibt es Vereinigungen der Sodenerzeuger (z. B. New England Sod Producers Association, Virginia Cultivated Turfgrass Association), die sich inzwischen zu einer Dachorganisation der American Sod Producers Association zusammenschlossen. Diese Vereinigungen dienen dem Erfahrungsaustausch und vor allem auch der Festlegung von Qualitätsrichtlinien und -normen.

In zwei Staaten gibt es sogar besondere Gesetze zur Regelung der Rasensodenerzeugung. Der Staat Virginia erließ im Jahre 1966 das Virginia Sod Law, das 1972 etwas geändert und verbessert wurde. Das gleiche Gesetz ist auch vom Nachbarstaat Maryland übernommen worden, aber auch in anderen Staaten richtet man sich in der Praxis vielfach an diesen Vorschriften aus. Das Gesetz enthält Definitionen und Vorschriften über Rasen, Saatgut, Soden und Sodenhandel, auch solche über die Verleihung von Zertifikaten für besondere Soden-

qualitäten. Um Soden erzeugen und/oder in den Handel bringen zu können, sogar für den Handel mit den dafür notwendigen Saatmischungen benötigt man eine Lizenz, die von dem Department für Landwirtschaft und Handel erteilt wird. Sie muß jährlich erneuert werden.

Für Verstöße gegen das Gesetz können Strafen verhängt werden, z. B. für den Verkauf von Soden, die nicht den Bestimmungen entsprechen u. a. weil sie zuviel Unkraut enthielten oder weil sie falsch deklariert waren. Bestraft wird auch der Verkauf von Saatmischungen, die nicht zur Sodenerzeugung zugelassen waren, u. a. die Verwendung von nicht zugelassenen Arten und Sorten. Verboten ist auch der Verkauf und die Verlegung von Soden und Saatgut ohne im Besitz der dafür notwendigen Lizenz zu sein.

Die Verantwortung und die Aufsicht für die Durchführung des Gesetzes obliegt dem schon genannten Department für Landwirtschaft und Handel. Dieses erläßt Durchführungsverordnungen, ferner beauftragt es geeignete Personen mit der Durchführung der Kontrollen. Diese können jederzeit und an jedem Ort den Handel mit Soden und deren Erzeugung überprüfen, z. B. sind sie befugt, Lastwagentransporte zu kontrollieren. Bei Verstößen wird die Lizenz sofort entzogen. Sie kann frühestens 90 Tage nach dem Einspruch erneuert werden, wenn nachgewiesen worden ist, daß die Mißstände abgestellt wurden. Bei allen diesen Kontrollen bedient sich das Department der Hilfe der staatlichen Universitäten, denen in den USA der landwirtschaftliche und gärtnerische Beratungsdienst angeschlossen ist. Soweit zu sehen war, ist die Zusammenarbeit zwischen den Universitäten und Rasensodenerzeugern eng und vertrauensvoll. Die Universitäten, d. h. die fachlich interessierten Fakultäten und Institute führen vielfach Versuche zur Verbesserung der Sodenerzeugung durch, die von den Sodenerzeugern oft mit großen Geldmitteln gefördert werden.

In dem genannten Gesetz finden sich auch Definitionen für die zum Handel zugelassenen Sodenqualitäten. Man unterscheidet danach:

1. Field sod – Natursoden. Hierbei handelt es sich um Soden von Flächen, die nicht speziell für die Erzeugung von Rasensoden angelegt wurden, z. B. um Soden aus alten Weidenarben. Diese Flächen unterlagen keiner besonderen Vorbehandlung wie einer intensiven Mahd, Düngung, Unkraut- und Schadinsektenbekämpfung. Dies ist die geringste Sodenqualität, deren Angebot im Handel heute jedoch nur noch gering zu sein scheint.

2. Nursery grown sod oder auch other cultivated sod genannt sind Soden, die von planmäßig angesäten und gepflegten Rasen stammen, bei denen aber keine besonderen Angaben über spezielle Sorten in den Mischungen vorliegen.

3. Certified sod oder registered sod – zertifizierte Soden. Sie stellen die Hauptmasse der heute im Handel befindlichen Soden dar. Sie erwachsen aus zertifiziertem Saatgut oder zertifizierten Stolonen oder Rhizomen von Sorten, die sich nur vegetativ vermehren lassen. Die Flächen hierfür müssen ferner mit den hierfür allein zugelassenen Saatmischungen angesät worden sein. Sie werden vor dem Schälen und Verkauf durch die amtlichen Inspektoren auf das Vorhandensein der zugelassenen Arten und Sorten und hinsichtlich der Einhaltung der Standardnormen überprüft. Das Letztere betrifft das Vorhandensein und den Anteil an mehr oder weniger schädlichen Unkräutern und Fremdgräsern. Wenn die Soden den veröffentlichten Standardnormen entsprechen, erhalten sie ein Zertifikat mit einer Zulassungs-Nr. Dieses Zertifikat muß der Ladung, den Ladepapieren und der Rechnung beigelegt sein.

4. Approved sod – anerkannte Soden. Die Anforderungen an ihre Erzeugung hinsichtlich Arten und Sorten sind ähnlich wie für die zertifizierten Soden. Jedoch werden an die Sodenqualität etwas geringere Anforderungen gestellt.

Als Beispiel für die zugelassene Verunkrautung sei folgendes aus den Bestimmungen des Staates Virginia für zertifizierte Soden genannt:

- Sodenarten: a) Sorten aus *Poa pratensis* und *Festuca rubra*
 b) Soden aus *Festuca arundinacea* und *Poa pratensis*

Je nach den klimatischen Verhältnissen sind in den USA ver-

Sodenart	Zulässige Zahl von Pflanzen je 1000 Quadratfuß (rd. 90 m ²)	
	a	b
Agrostis-Arten	0	0
Cynodon dactylon	0	0
Festuca arundinacea	5	-
Lolium perenne	5	-
ausdauernde Gräser insg. (z.B. Dactyllis, Phleum)	5	20
Unkräuter:		
a) völlig unerwünschte *)	0	0
b) unzulässige **)	10	10

Erläuterung:

*) hierzu gehören u.a. *Agropyron repens*, *Sorgum halepense*

***) Die Zahl der schwer zu bekämpfenden Arten darf 10 je 1000 Fuß² nicht überschreiten; breitblättrige Arten, die ziemlich leicht zu bekämpfen sind, dürfen nicht mehr als 3 Pflanzen je 1000 Fuß² vorhanden sein.

schiedene Mischungen für die verschiedenen Verwendungszwecke vorgeschrieben. Ihre Zahl ist jedoch jeweils sehr begrenzt. Als Mischungsbeispiele seien zunächst die für die beiden Staaten Maryland und Virginia genannt, die dort für die zertifizierten bzw. anerkannten Soden zugelassen sind.

Mischung Nr. 1 für sonnige Standorte:

30–65 % *Poa pratensis*, Sorte Merion

30–65 % *Poa pratensis*, Sorten Kenblue oder South Dakota Certified

0–35 % *Poa pratensis*, Sorten Fylking, Pennstar oder Windsor

Es handelt sich hierbei also um Rasensoden aus nur einer Art, von der aber mehrere Sorten verwendet werden sollen. Mischung Nr. 2 für mehr allgemeine Verwendung, d. h. sowohl im Sonnenlicht wie im Schatten, wobei im ersten Fall mehr die Wiesenrispe, im zweiten mehr der Rotschwengel in den Vordergrund tritt.

15–40 % *Poa pratensis*, Sorte Merion

15–40 % *Poa pratensis*, Sorten Kenblue oder South Dakota Certified

0–35 % *Poa pratensis*, Sorten Fylking, Pennstar oder Windsor

20–50 % *Festuca rubra commutata*, Sorten Pennlawn oder Illahee

Mischung Nr. 3 für stark strapazierte Rasen (Sportfelder, Hausrasen, Parks, Spielwiesen)

80–100 % *Festuca arundinacea*, Sorte Kentucky 31

0–20 % *Poa pratensis*, Sorten Merion, Fylking, Kenblue, Pennstar, South Dakota Certified oder Windsor. Falls Wiesenrispe in die Mischung aufgenommen wird, sollte die Hälfte des Anteils aus der Sorte Merion bestehen.

Die Mischung Nr. 4 ist für Rasen in den südlichen und wärmsten Gebiete der beiden Staaten bestimmt, die vor allem im Sommer genutzt werden. Sie besteht aus verschiedenen Sorten von *Cynodon dactylon* oder *Zoysia japonica*, die nach den örtlichen Erfahrungen auszuwählen sind.

Für die Neuengland-Staaten, d. h. das Gebiet an der Ostküste um Boston, das die Staaten Connecticut, Massachusetts, New Hampshire und Rhode Island umfaßt, waren im Jahre 1973 von der Sodenerzeugergemeinschaft folgende Mischungen zur Aussaat festgelegt worden:

Mischung Nr. 1 für Rasen im vollen Sonnenlicht

50–100 % *Poa pratensis*, davon eine oder mehrere der folgenden Sorten: Merion, Fylking, Pennstar, Windsor, Baron

0–50 % *Festuca rubra*, Sorten: Highlight, Jamestown oder Pennlawn

Mischung Nr. 2 für beschattete Rasenflächen

10–25 % *Poa pratensis*, Sorten: Merion, Fylking, Pennstar, Windsor oder Baron

75–90 % *Festuca rubra*, Sorten: Highlight, Jamestown oder Pennlawn

0–10 % *Poa trivialis*. Sorten mit Namen sind hier nicht verfügbar

Mischung Nr. 3 für vielgenutzte Rasenflächen
80–100 % *Festuca arundinacea*, Sorte Kentucky 31

0– 20 % *Poa pratensis*, Sorten Merion, Fylking, Pennstar,
Windsor, Baron

0– 20 % *Lolium perenne*, Sorte Manhattan

Diese Aufstellung der für die Mischungen zugelassenen Sorten kann jährlich durch neu verfügbar werdende ergänzt werden. Die Sortenempfehlung beruht auf Sortenversuchen der Universitäten dieser Staaten. Die Rasensoden werden im Handel dann als solche der Nr. 1, Nr. 2 oder Nr. 3 angeboten, wobei dem Erzeuger freigestellt ist, welche der genannten Sorten er verwenden will. Er muß diese jedoch später auf Verlangen angeben.

Die Abweichungen in den beiden Mischungsbeispielen ergeben sich dadurch, daß in den Neuengland-Staaten das Klima schon rauer als in Maryland und Virginia ist. In den beiden südlichen Staaten werden oft Soden mit *Festuca arundinacea* benutzt, da sie robuster und nicht anfällig für *Fusarium roseum* sind, das die Art *Poa pratensis* in Kürze vernichten kann. So wurden z. B. die Rasen in den Anlagen des Weißen Hauses in Washington mit Rohrschwingsoden als Ersatz für den früheren Rasen aus Wiesenrispe ausgelegt, wie überhaupt derartige Soden in dieser Stadt offensichtlich stark benutzt werden.

Als Ergänzung zu den Vorschriften über die Sodenerzeugung sind dann in den Staaten Maryland und Virginia auch Richtlinien für die Sodenverlegung und die dafür notwendige Bodenvorbereitung erlassen worden, die von den Erzeugervereinigungen in anderen Staaten übernommen worden sind, natürlich unter Anpassung an deren besondere Gegebenheiten. Sie gliedern sich in fünf Abschnitte, von denen sich zwei mit dem Boden, einer mit der Düngung und weitere zwei sich mit den Anforderungen an das Sodenmaterial, die Verlegung und die nachfolgende Pflege befassen. Die Richtlinien dienen den Gartenarchitekten als Hinweise für die Ausschreibungen und Kontrollen sowie den ausführenden Firmen, die oft zugleich die Sodenlieferanten sind, als Hinweise auf das, was sie bei ihren Arbeiten besonders zu beachten haben.

Im Abschnitt I der Richtlinien wird zunächst der Fall behandelt, wenn ein vorhandener Unterboden durch Auftrag verbessert werden soll.

Vorgeschrieben ist eine amtliche Bodenuntersuchung des Untergrundes, aufgrund deren Ergebnisse evtl. eine Kalkung vorgenommen werden muß. Der Untergrund wird vor dem Bodenauftrag eingeebnet, dann mit dem Scheibenpflug oder einer Fräse mindestens 5 cm tief gelockert, damit eine gute Verbindung des neuen aufzutragenden Oberbodens mit dem Untergrund erleichtert wird.

Der Abschnitt II befaßt sich mit den Fällen, in denen der vorhandene Oberboden als Grundlage für die Rasensoden übernommen wird. Als Bodenart können zugelassen werden: sandiger Lehm, Lehm, toniger Lehm, schluffiger Lehm, sandig-toniger Lehm oder jeder andere Boden, den der Architekt für geeignet erklärt. Hier besteht also ein starker Gegensatz zu den deutschen Anforderungen an einen durchlässigen Rasenboden. Der Boden soll frei sein von großen Steinen, Baumwurzeln, Stubben usw., ferner von den Rhizomen von *Agropyron repens* und den Trieben anderer Unkrautgräser wie *Cynodon dactylon* sowie von lebensfähigen Teilen anderer Unkräuter z. B. Disteln. Ist der Boden vorher chemisch sterilisiert worden, um vorhandene Unkrautsamen abzutöten, dann muß die notwendige Wartezeit vor der Sodenverlegung eingehalten werden. Eine chemische Bodenuntersuchung auf Nährstoffgehalt ist vorgeschrieben. Der Oberboden wird in einer Schicht von mindestens 7,5 cm sorgfältig aufgetragen und eingeebnet, was nicht bei feuchtem Zustand des Unterbodens, oder wenn dieser gefroren ist, geschehen darf.

Im Abschnitt III sind die Anforderungen an die Düngemittel und den Kalk niedergelegt. Ferner ist hier die letzte Bodenvorbereitung vor der Sodenverlegung beschrieben. Die Höhe der Düngegabe richtet sich nach den Ergebnissen der Bodenuntersuchung, sie ist reichlich zu bemessen. Die Düngemittel sind in die obersten 10 cm des Bodens einzumischen. Dann ist die Fläche ein letztes Mal zu nivellieren. Alle Unebenheiten, auch kleine Steine, sind zu entfernen.

Danach handelt der Abschnitt IV vom Sodenmaterial und dessen Einbau. Der Gartenarchitekt hat die zu verwendenden

Rasensoden mit einer Nummer (s. o. bei den Mischungen) festzulegen. Die Sodendicke soll 1,2 cm oder auch 1,8 cm (je nach Staat in den USA verschieden) betragen, bei einer Toleranz von $\pm 0,6$ cm. Die angegebene Sodendicke bezieht sich nur auf den Boden, sie ist also ohne den grünen Aufwuchs und ohne Einbeziehung der abgestorbenen Pflanzenreste in der Bodenoberfläche berechnet. Für die Ansprüche an die Bodenart der Soden gibt es merkwürdigerweise keine Vorschriften, so findet man in den USA sehr viele Soden aus stark humosem Bodenmaterial, aber auch Soden aus Lehmböden.

Die Sodengröße selbst richtet sich nach den Maßen, die der Erzeuger liefern kann. Die größte erlaubte Abweichung von der Standardlänge und -breite beträgt 5%. Zerrissene, zerbrochene Soden oder solche mit schiefen Enden werden nicht abgenommen. Die Standardsoden müssen so stark sein, daß sie ihr eigenes Gewicht tragen und ihre Form nicht verlieren, wenn sie am oberen Ende hochgehoben werden. Die Soden dürfen bei der Verlegung weder zu feucht noch zu trocken sein, da dies das Anwachsen erschwert. Hart sind die Vorschriften über die Terminbegrenzungen. Die Soden müssen innerhalb von 36 Stunden geschnitten, abgeliefert und eingebaut werden. Soden, die nicht innerhalb dieser Zeit verlegt wurden, müssen vom zuständigen Inspekteur neu besichtigt und wieder neu zugelassen werden, bevor sie dann eingebaut werden dürfen.

12 bis 24 Stunden vor der Verlegung muß der Boden durch Beregnung angefeuchtet werden, es darf also nicht auf trockenem Boden verlegt werden. Ebenfalls muß unmittelbar nach der Verlegung erneut gewässert werden, so daß der Soden und der darunterliegende Boden durchdringend feucht sind. Die Abnahme der verlegten Soden erfolgt täglich, spätestens 14 Stunden nachdem ein Rasenabschnitt abgeschlossen verlegt ist. Der Gartenbauunternehmer muß garantieren, daß alle Soden einheitlich in Farbe und Qualität und frei von sichtbaren Fehlern sind.

Im Abschnitt V sind schließlich noch Vorschriften für die Pflege der frisch verlegten Soden enthalten. Diese Pflege erstreckt sich mindestens auf die Zeit von 30 Tagen. Falls es nicht ausreichend regnet, ist zu bewässern, und zwar in der ersten Woche täglich oder so häufig wie nötig, damit der Boden mindestens bis in einer Tiefe von 10 cm feucht bleibt. Die Bewässerung sollte bei voller Tageshitze erfolgen, um dem Welken des Rasens vorzubeugen. Auch in der zweiten und den nachfolgenden Wochen sollen die obersten 10 cm des Bodens ausreichend feucht gehalten werden. Der erste Schnitt darf erst vorgenommen werden, wenn die Soden feste verwurzelt sind. Bei den ersten Schnitten soll nur ein Drittel des Aufwuchses entfernt werden. Wenn nicht anders verlangt, soll die Schnitthöhe zwischen 3,7 und 6,2 cm betragen. Bei der folgenden Übergabe der Flächen sollte der Rasen einheitlich in Farbe und Qualität und einigermaßen frei von Unkräutern, Krankheiten und anderen sichtbaren Fehlern sein.

Betrachtet man die hier geschilderten Tatsachen, so scheint der große Erfolg der amerikanischen Sodenerzeuger mit darauf zu beruhen, daß sie sich schon bald auf besondere Qualitätsvorschriften für die Erzeugung, aber auch die Verlegung von Rasensoden geeinigt haben. Es sind daher große Mengen einheitlicher Qualität im Angebot, so daß der Abnehmer eine gewisse Garantie beim Kauf für gute Qualitäten hat, zumal sie in einigen Staaten durch amtliche Kontrollen gesichert sind. Es erscheint wünschenswert, wenn man auch bei uns in Europa Ähnliches in die Wege leiten würde.

Zusammenfassung

Es wird ein Einblick in die amerikanische Rasensodenerzeugung gegeben, die sich im letzten Jahrzehnt stark ausgebreitet hat. Die Sicherung gleichbleibender Qualitäten erfolgt in zwei Staaten durch Gesetze, in anderen durch private Vereinbarungen der Rasensodenerzeuger, die sich an die amtlichen Vorschriften anlehnen. Aus diesen Bestimmungen werden die wichtigsten Punkte mitgeteilt.

Summary

Sod production in the United States of America has increased considerably in the last decade. In two States, the production of uniform quality is assured by law, in others by private agreement of the sod producers concerned, along the lines of the official regulations. The major points of these regulations are imparted.

Verhalten von Sämlingen gegenüber Wind und Sandverwehung

(Grass Seedling Response to Wind and Windblown Sand)

D. W. FRYREAR, J. STUBBENDIEK, W. G. McCULLY, *Crop Science* 13. 622–625, 1973.

Infolge von Windverwehungen sind Gräser schwer auf sandigen Böden zu etablieren, da insbesondere die Keimlinge vernichtet werden. Bei Versuchen mit 4 Gräsern im Windkanal ergab sich, daß im wesentlichen nur verwehender Sand zum Abtöten von Sämlingen bzw. zur Hemmung ihres Wachstums führte, während Windeinfluß allein von nur geringem Einfluß war. Mit zunehmendem Pflanzenalter nahm jedoch die Resistenz der Gräser gegenüber Wind- und Sandschäden zu. Das Pflanzenwachstum wurde allerdings verlangsamt, da der wehende Sand zu Zellverletzungen führte, die ihrerseits wiederum der Austrocknung Vorschub leisteten oder die Einwirkung von Krankheiten und Schädlingen förderten.

(W. Skirde, Gießen)

Effekt von Etephon auf das Wachstum von Gräsern

(Effects of Etephon on Growth of Grasses) B. W. POOVAIAK, A. C. LEOPOLD, *Crop Science* 13. 755–758, 1973.

Applikationen von Etephon zu *Poa pratensis*-Sydsport bewirkten eine merkliche Hemmung des Blattlängenwachstums, förderten das Stengelwachstum aber beträchtlich. Eine Aufwandmenge von 10 000 ppm hemmte die Blattelongation um ungefähr 75 %. Dagegen erreichte die Zunahme der Stengelänge im gleichen Zeitraum das zwanzigfache.

(W. Skirde, Gießen)

Halmanatomie von Rasengräsern (Stem anatomy of Turfgrasses)

M. L. STIFF, J. B. POWELL, *Crop Science* 14. 181–186, 1974.

Es wird die Anatomie der Halme von 20 Sorten bzw. Züchtungen der Grasarten *Cynodon*, *Zoysia*, *Agrostis*, *Poa pratensis*, *Stenotaphrum*, *Festuca arundinacea*, *Festuca rubra* und *Digitaria decumbens* beschrieben. Die Untersuchungen wurden im Hinblick auf mögliche Beziehungen zur Induktion vegetativer Veränderungen, der Selektion auf Belastungsresistenz, wegen potentieller Rasenfilzprobleme und zur Identifikation von Sorten und Hybriden gemacht.

Nach den Gefäßbündeln wurden 3 Stengeltypen festgestellt:

einfache Ringe, multiple Ringe und komplexe Ringe. Diesen drei Typen ließen sich die untersuchten Gräser zuordnen.

(W. Skirde, Gießen)

Einfluß von Stickstoffdüngung und Schnittbehandlung auf die Überwinterung von perennierenden kälteverträglichen Gräsern

(Influence of applied Nitrogen and clipping treatments on winter survival of perennial cold-season grasses) G. A. JUNG, R. E. KOCHER, *Agronomy Journal* 66. 62–67, 1974.

Die Versuche zur Bestimmung der Beziehung von genetischer Variation und Kältetoleranz bei N-Gaben von 0 bis 240 kg/ha und verschiedenen Schnitterminen wurden in Pennsylvania durchgeführt. Die Winterschäden, die u. a. auch große Sortenunterschiede erkennen ließen, betragen bei *Phalaris arundinacea* nur knapp 1%; bei *Poa pratensis* und *Bromus inermis* 2 bis 8 %, bei *Phleum pratense* und *Agrostis alba* 12 bis 18 %, bei *Dactylis glomerata* 14 bis 57 %, bei *Festuca arundinacea* 20 bis 48 % und bei *Lolium perenne* 33–83 %. Stickstoffdüngung verringerte die Überwinterung besonders bei *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea* und *Lolium perenne*. Einflüsse der Schnittbehandlung waren vorhanden, doch weniger stark ausgeprägt. Die Winterschäden waren im allgemeinen geringer, wenn der erste Aufwuchs im Frühjahr das Stadium des Ährenschiebens erreicht hatte.

(W. Skirde, Gießen)

Chemische Regulation des Graswachstums. II. Gewächshaus- und Feldversuche mit intensiv gepflegten Rasengräsern

(Chemical Regulation of Grass growth II. Greenhouse and field studies with intensively managed turfgrasses)

Agronomy Journal 66. 492–497, 1974.

In 3 Glashaus- und 5 Freilandversuchen wurden sieben Wachstumshemmer in den Jahren 1970 bis 1972 geprüft. Versuchspflanzen waren insbesondere *Poa pratensis* sowie andere Arten. Die wöchentliche Beurteilung bezog sich auf Wachstumsreduktion, Farbeinflussung, Pflanzendichte und Unkrauteinwanderung. Wegen der Farbeinflussung waren die Ergebnisse – im ganzen – nicht voll zufriedenstellend, so daß die Anwendung von Wachstumshemmern mehr für Landschaftsrassen als für Hausrasen und ähnliche Flächen empfohlen wird. – Abgesehen von Wirkstoffunterschieden traten negative Wirkungen besonders bei höheren Dosierungen ein, andererseits war eine Nachwirkung festzustellen, wenn die Wuchshemmstoffe im Herbst angewendet wurden.

(W. Skirde, Gießen)

Vorversuche mit Müllschlacke als Dränschicht-Baustoff für Rasensportflächen

W. SKIRDE, Müll und Abfall 6. 179–182, 1974.

Bei der Verbrennung von städtischen und industriellen Abfällen, insbesondere von Müll, fällt Schlacke an, die beseitigt oder verwertet werden muß. Es war die Frage, ob derartige Schlacken für vegetationstechnische

Zwecke generell ungeeignet sind oder ob sie sich unter bestimmten Voraussetzungen verwenden lassen.

Es wurden 17 Schlackeherkünfte nach einem ersten Vorversuch mit einer Durchschnittsprobe im Topfversuch gegenüber Vergleichsvarianten aus Kies und Lava geprüft, wobei der „Einbau“ dem Prinzip des Schichtaufbaues einer Dränschicht entsprechen sollte. Dabei wurden 7 cm Schlacke mit einer 5 cm starken Tragschicht aus Sand und Torf überdeckt.

Das Vegetationsverhalten der Gräser *Festuca rubra*-Golfrood und *Festuca rubra*-Topie zeigte bei einzelnen Schlackeherkünften größere Sproß- und Wurzelgewichte als bei Kies und Lava, bei anderen Herkünften blieb es nicht nur zurück, sondern es traten Absterbeerscheinungen infolge Salzausblühung auf.

Die Kornverteilung der untersuchten Schlacken war recht verschieden, der Feinanteil unter 0,025 mm schwankte zwischen 0 und 17 %, die Wasserkapazität zwischen 7 und 40 Vol.-%, der pH-Wert zwischen 8,1 und 11,8. Die glasigen Bestandteile betragen oft 20 %.

(W. Skirde, Gießen)

Bodenbeheizung von Rasenspielfeldern mit Winterspielbetrieb – Erfahrungsstand 1973

W. SKIRDE, *Neue Landschaft* 19. 414–422, 1974.

Die Bodenbeheizung von Rasenspielfeldern mit Winterspielbetrieb hat in Deutschland die Aufgabe, den Spielfeldaufbau frostfrei zu halten, Schnee abzutauen und die Vegetationszeit zu verlängern. Insofern ist die Problematik wesentlich größer als in Gebieten mit Winterspielpause, wo die Bodenbeheizung im wesentlichen nur der Verlängerung der Spielzeit unter prinzipieller Beibehaltung der Winterruhe der Gräser dient.

In 4 Versuchsperioden wurde festgestellt, daß zum Frostfreihalten eine Temperatur in 3 cm Tiefe von 5° C benötigt wird, zum Schneeaabtauen sind dagegen Temperaturwerte von 10–20° C erforderlich. Diese Temperaturen bergen die Gefahr erheblicher physiologischer Schäden, wenn zu viel Aufheiztemperatur nachwirkt. Um derartige Schäden zu vermeiden, wurde ein Temperaturmodell entwickelt, das verschiedene Funktionsphasen wie Frostfreihalten, Schneeaabtauen und Wachstumsverlängerung im Herbst bzw. Anregung des Frühjahrswachstums noch im Winter enthält. Außerdem wird auf die Notwendigkeit des Einbaues einer durchlässigen und durchwurzelbaren Isolierschicht unter dem Rohrsystem der Heizung verwiesen.

(W. Skirde, Gießen)

Pflanzenökologische Gesichtspunkte zur Anlage von Rasen auf ungestörten Flächen (Växteknologiska synpunkter på anläggandet av grönytox i naturmark) J. KRAFT, St. BLIXT, S.-O. DAHLSSON, *Weibulls-Grästips* 16. 3–8, 1973.

Es wird ein Überblick über Pflanzengesellschaften bzw. Vegetationstypen gegeben, die in Schweden üblich sind. Da eine Pflanzengesellschaft das Langzeitergebnis einer durch den Standort geprägten Entwicklung ist, bestehen Schwierigkeiten, echte Pflanzengesellschaften durch Ansaat zu etablieren. Wohl aber besteht die Möglichkeit, naturnahe Ansaaten vorzunehmen, doch dazu fehlt es oft an Saatgut, um einen genügend großen Pflanzengrundstock zu erhalten. Es ist deshalb ein Anliegen der Züchter und Verbraucher, diesen bestehenden Mangel zu beheben. Einfache Pflanzengemeinschaften für technische Zwecke im Sinne üblicher Rasenflächen anzulegen, bereitet keine Schwierigkeiten, so auch nicht für Sportfelder, Golfplätze und ähnliche Nutzrasen.

(W. Skirde, Gießen)

Eine kurze Beschreibung einer erfolgreichen Grasansaat in Nordnorwegen (En glimt från en vällyckad Gräsetablering i Nordnorge) S.-O. DAHLSSON, *Weibulls-Grästips* 16. 11–13, 1973.

Weibulls Straßenmischung, bestehend aus 45 % *Festuca rubra rubra*-Reptans, 35 % *Poa pratensis*-Primo, 10 % *Agrostis tenuis*-Highland Bent und 10 % *Phleum nodosum*-Evergreen wurde 1970 auf dem Flugplatz Banak, 70° nördl. Breite, angesät und 1973 botanisch analysiert. Die Analysen ergaben im Vergleich zu Standorten in Mittel- und Südschweden eine bessere Entwicklung von *Poa pratensis* gegenüber *Festuca rubra*, das in Schweden vorherrschend war. Die Ursache wird in dem guten sandigen Boden und in einer ausreichenden Nährstoffversorgung gesehen. Highland Bent fehlt dagegen ganz die Anpassung an die extremen nördlichen Verhältnisse, während *Phleum nodosum*, das bei den Analysen nur noch mit maximal 5 % aufzufinden war, lediglich die Funktion einer Deckfrucht erfüllen soll. Es scheidet innerhalb von 2 bis 3 Jahren weitgehend oder ganz aus dem Bestand aus.

(W. Skirde, Gießen)

Versuche mit Fusarium (Försök med Fusarium)

H. A. JONSSON, *Weibulls-Grästips* 16. 15–18, 1973.

Es wird eine Versuchsanstellung zur künstlichen Infektion mit *Fusarium* beschrieben, die an Sorten von *Festuca rubra* vorgenommen wurde. Dabei ergab sich keine exakte Sortenreaktion gegenüber der natürlichen Infektion unter Freilandbedingungen, was auf mögliches Vorkommen verschiedener Rassen bei der *Fusarium*-kultur zurückgeführt wird. Dennoch soll die Methode weiter angewendet werden, da sie eine sehr gleichmäßige und starke Infektion bewirkte.

(W. Skirde, Gießen)

Schnitthöhe und Belastungstoleranz von Rasen (Gräsyntans klipphöjd och slitstycka) S.-O. DAHLSSON, Weibulls-Grästips 16. 23–30, 1973.

In Form eines Sammelreferats wird der Einfluß der Schnitthöhe auf die Belastungstoleranz von Rasen, ausgehend von dem Resistenzniveau verschiedener Arten und Sorten, dargestellt. Es folgt der Einfluß der Düngung, des top dressing, der Beregnung, des Bodenaufbaues, der Schatteneinwirkung und des Frosteinflusses, ferner die Beziehung von Trockenheit und Belastbarkeit. Schnitt und Schnitthöhe müssen diesen Verhältnissen entsprechen, wobei die technischen Fragen des Mähers und der Mähereinstellung von zusätzlicher Bedeutung sind.

(W. Skirde, Gießen)

Bewertung der Effektivität eines langsam wirkenden Stickstoffdüngers auf Sportrasen (An Assessment of the Effectiveness of a slow release Nitrogen Fertilizer on Sports Turf)

A. R. WOOLHOUSE, J. Sports Turf Research Inst. Bingley 49. 8–20, 1973. Verglichen wurde eine Gesamtgabe von Gold-N, einem langsam wirkenden Stickstoffdünger auf Urea-Basis, mit 4 Teilgaben gleicher Jahresmenge an Ammonsulfat. Der Versuch enthielt ferner 3 N-Stufen mit 9,5 bis 18,9 g N/m²/Jahr. Als Versuchsgrundlage dienten 2 verschiedene Rasennarben. Bei einem weiteren Versuch wurde das Schnittgut nach Gewichtsfeststellung wieder auf die Parzellen zurückgeführt.

Die Versuche ergaben ein erheblich verstärktes Frühjahrswachstum (Mai) durch eine volle Gabe an Gold-N gegenüber 4 Teilgaben an Ammonsulfat. Später, besonders ab August, ging die Stickstoffleistung von Gold-N sowohl bei Zuwachs als auch in der Wirkung auf die Rasenfarbe gegenüber den 4 Teilgaben von Ammonsulfat zurück.

(W. Skirde, Gießen)

Betreten von Kalkgrasland (Treading of Chalk Grassland)

P. J. ALLCOCK, J. Sports Turf Research Inst. Bingley 49. 21–28, 1973. Es wird eine Methode zur labormäßigen Bestimmung der mechanischen Belastbarkeit von Rasennarbe und Rasenboden beschrieben. Die Bestimmung erfolgt an Rasenausstichen von 6 x 6 cm, die einem bestimmten Druck ausgesetzt werden. Die Belastung kann über Zeiträume durchgeführt werden, wenn die Rasenproben zwischenzeitlich unter geeigneten Licht- und Temperaturverhältnissen aufbewahrt werden. Man hofft, eine Beziehung zwischen Belastungskapazität sowie Ton- und Wassergehalt

des Bodens zu finden, um auf diese Weise zusammen mit der Zusammensetzung der Rasennarbe eine Aussage über die Belastbarkeit von Freizeitflächen machen zu können.

(W. Skirde, Gießen)

Ein Feldversuch mit extrem sandreichen Sportfeldaufbauten

(A field trial of Sportfield construction materials extremely high in sand content) D. J. THORNTON, J. Sports Turf Research Inst. Bingley 49. 29–44, 1973.

Es wird über die erste Phase eines umfangreichen Versuches mit Sportfeldaufbauten berichtet, der in 4 Schichten mit Dränschicht, Filterschicht, unverbesselter Sandschicht und verbesserter Sandschicht ausgeführt wurde. Die Schichtstärken der unverbesserten Sandschicht betragen 7,5 und 15 cm. Bei diesen Aufbauten wurden insbesondere differenzierte Messungen des Porenvolumens, der Scherfestigkeit und des Penetrometerwiderstandes vorgenommen. Von den zahlreichen Ergebnissen erscheint bisher der Befund von Bedeutung, daß die mit Torf verbesserten Aufbauten eine größere Scherfestigkeit als reiner Sand, Boden und Verbesserung mit kalzinierendem Ton aufweisen. Die verschiedenen Schichtstärken ließen bisher keine Unterschiede erkennen. Allerdings war die Belastung bisher nicht sehr hoch und beschränkte sich auch nur auf eine Winterperiode. Deshalb werden die weiteren Ergebnisse mit großem Interesse abzuwarten sein.

(W. Skirde, Gießen)

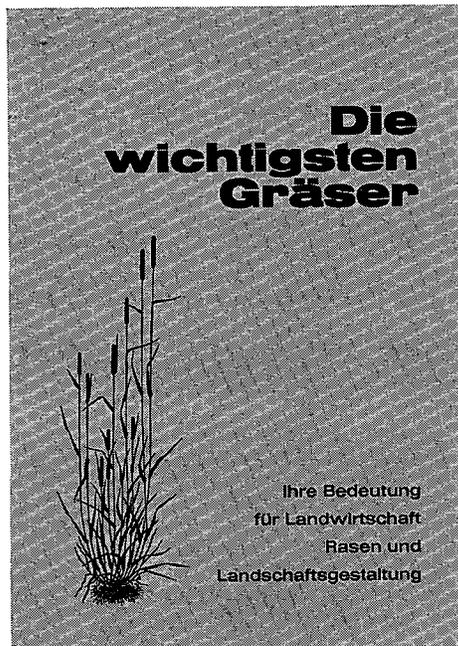
Versuche mit Sorten von Deutschem Weidelgras und Timothe

(Trials of perennial Ryegrass and Timothy cultivars)

J. P. SHILDRICK, J. Sports Turf Research Inst. Bingley 49. 66–102, 1973. Mit dieser Veröffentlichung wird die Reihe der Berichte über Sortenversuche in Bingley fortgesetzt. Diese Versuche gliedern sich bei Lolium perenne in einen Hauptversuch mit 20 Sorten sowie in 2 Versuche mit Tief- und Hochschnitt (etwa 1,3 und 10,0 cm). Außerdem wurde ein alter Versuch fortgeführt.

In ähnlicher Weise, doch ohne Schnitthöhendifferenzierung, erfolgte die Sortenprüfung bei Phleum pratense und Phleum nodosum. Die Ergebnisse sind in umfangreichen Tabellen zusammengefaßt und in Form von Sortenbeschreibungen verarbeitet worden.

(W. Skirde, Gießen)



NOCH LIEFERBAR!

Ein Buch über die Bedeutung der wichtigsten Gräser für Landwirtschaft, Rasen und Landschaftsgestaltung.

Die Kenntnisse der Gräser ist wichtig für den Landwirt, den Gärtner und alle, die mit Anlage und Pflege von Rasen zu tun haben.

Dieser Gräseratlas vermittelt durch naturgetreue vierfarbige Bilder und Beschreibung der Merkmale vieles darüber. Außerdem wird besprochen, was über Wachstumsbedingungen, Produktion und Verwendung von Grassaaten, Bekämpfung unerwünschter Arten wissenswert ist.

Aus der ersten 1958 erschienenen Auflage sind die hervorragenden Abbildungen nach Aquarellen von Ursula Jacobsen-Lorenzen übernommen. Der Text ist völlig neu bearbeitet und um die von Dr. Lütke Entrup behandelten Kapitel (II. Teil) erweitert.

Zu beziehen durch:

Hortus Verlag GmbH

53 BN - Bad Godesberg 1 · Telefon 0 22 21 / 35 30 80
Rheinallee 4 b · Postfach 550

Herausgegeben von Dr. Walter Fischer, Hamburg, und Dr. Ernst Lütke Entrup, Lippstadt, ca. 120 Seiten mit 34 vierfarbigen Tafeln und zahlreichen weiteren Abbildungen. Preis DM 22,- zuzgl. Porto.

Untersuchungen zur Verwendung von Klärschlamm im Grünflächen- und Sportplatzbau. I. Versuchsplanung und Ergebnisse 1974

W. Skirde, Gießen

1. Problemstellung und Zielsetzung

Das Anwachsen der Abfallmengen macht es besonders in den Industriestaaten notwendig, nach vielfältigen Möglichkeiten der Verwertung – oder Beseitigung – im Sinne des Begriffes **Abfallwirtschaft** zu suchen. Dabei ist als erstes an solche Möglichkeiten zu denken, die eine echte Rückführung in einen biologischen Kreislauf darstellen. Erst wenn solche Wege nicht mehr ausreichen oder – wie bei anorganischen oder schwer mineralisierbaren Stoffen – nicht in Betracht kommen, sollte an ein technisches Recycling und zuletzt an eine schadhlose Beseitigung nicht verwertbarer Abfälle gedacht werden.

Für kommunalen Klärschlamm, dessen Verwertung als Flüssigschlamm im Ackerbau ebenso seit langem praktiziert wird wie seine Weiterverarbeitung zu streufähigen organischen Düngern, wie Biohum, ergibt sich für die Zukunft die Frage nach Verwertungsmöglichkeiten auch im Grünflächen- und Sportplatzbau. Hier ist seine Anwendung, von mehr oder weniger unkontrolliert erfolgten Fällen abgesehen, noch weitgehend unbekannt, seine sinnvolle Verwertung, und zwar in großen Mengen je Flächeneinheit, erscheint jedoch sowohl für Pflanzflächen als auch für Rasenflächen denkbar. Insbesondere könnten seine bodenverbessernden Eigenschaften, sowohl für Wasser- und Nährstoffhaushalt als auch in bodenphysikalischer Hinsicht, von Bedeutung sein.

Unter diesem Aspekt wird über Durchführung und Ergebnisse eines Forschungsvorhabens berichtet, das die Verwertung von kommunalem Trockenbeetschlamm im Rasenbau zum Inhalt hat, wo entsprechend den Fachnormen des Landschafts- und Sportplatzbaues, DIN 18 915 und DIN 18 035 Bl. 4, zwischen

- * Rasen für unbelastete Flächen
- * Rasen für belastbare Flächen – sowie
- * Rasensportflächen

zu unterscheiden ist. Für diese Funktionsbereiche werden differenzierte Anforderungen an die Vegetations- bzw. Rasentragschicht erhoben, die für belastbare Flächen und für Rasensportflächen einerseits in einer hohen Wasserdurchlässigkeit, andererseits in genügender Wasserspeicherfähigkeit gipfeln. Daraus folgt, daß tragfähige Vegetationsschichten im wesentlichen nur aus Sand bestehen können, dem allerdings Wasserspeicherstoffe und ausreichend Nährstoffe hinzuzufü-

gen sind. Dies geschieht derzeit in erster Linie mit Hilfe von Torfen und Mineraldüngern.

Hier entsteht die Frage, ob bzw. inwieweit Torf und Mineraldünger bei der Herstellung von Vegetationsschichten für belastbare Rasenflächen und von Rasentragschichten für Sportplätze durch Trockenbeetschlamm ersetzt werden können. Ebenfalls wären Eignung und Wirkungen von Klärschlamm als Bodenverbesserungsmittel für unbelastete Rasenflächen, aber auch für Pflanzflächen, noch zu ermitteln.

Insofern ist es das Ziel dieser Untersuchungen, für die genannten Funktionsbereiche im Rasenbau

- a) verwertbare Maximalmengen an Klärschlamm festzustellen,
- b) Entwicklung und Verhalten der Rasendecke einschl. ihrer Belastbarkeit zu beobachten,
- c) die Nährstoffwirkung, insbesondere von Stickstoff, genauer zu untersuchen,
- d) mögliche Nährstoffauswaschungen zu erfassen,
- e) Veränderungen in Vegetations- bzw. Tragschichten, z. B. im Gehalt an organischer Substanz, im Feinanteil und in der Schichtdicke, nachzuprüfen.

Parallel hierzu erfolgen bakteriologische Untersuchungen, die im Zusammenwirken zwischen dem Fachgebiet Vorratsschutz und dem Hygiene-Institut der Universität Gießen stattfinden. Dieser Bericht betrifft die vegetationstechnische Seite des Vorhabens, das vom Bundesinnenministerium gefördert wird.

2. Versuchsgrundlagen und Versuchsanstellung

Die Grundlage der Untersuchungen bilden zwei Parzellenversuche, ein Lysimeterversuch und ein Laborversuch. Die Parzellenversuche wurden im Frühjahr 1974 angelegt, der Laborversuch zur Ermittlung möglicher Keimbefruchtungen durch Klärschlamm im Winter 1974/75 durchgeführt. Der Lysimeterversuch kommt im Frühjahr 1975 zur Anlage.

Die Parzellenversuche erfolgen auf dem Rasenversuchsfeld Leihgestern bei Gießen, das sich in einer binnenländischen Trockenlage mit 590 mm Jahresniederschlag bei 9,0° C Jahresmitteltemperatur befindet. Der anstehende Boden ist ein versteinter sandiger Lehm in leichter Südexposition.

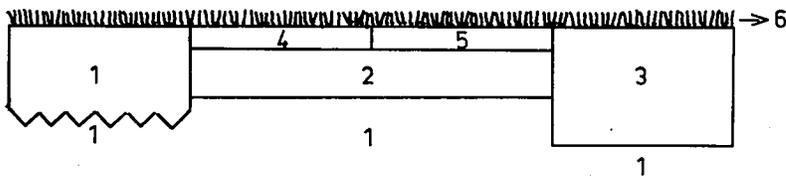
Die Parzellenversuche gliedern sich in

- a) **Freilandversuch 1** zur Verwertung großer Klärschlamm-Mengen für nicht belastete Rasenflächen,
- b) **Freilandversuch 2** zur Verwertung von Klärschlamm für belastbare Vegetationsschichten und für Rasentragschichten.

Innerhalb eines anderen Versuches wird die Einbaumöglichkeit von Klärschlamm zwischen Baugrund und Dränschicht geprüft.

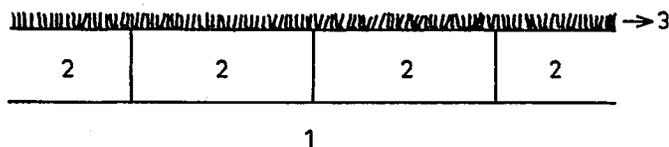
Darst. 1: Aufbauschema der Freilandversuche

a) für nicht belastbare Flächen

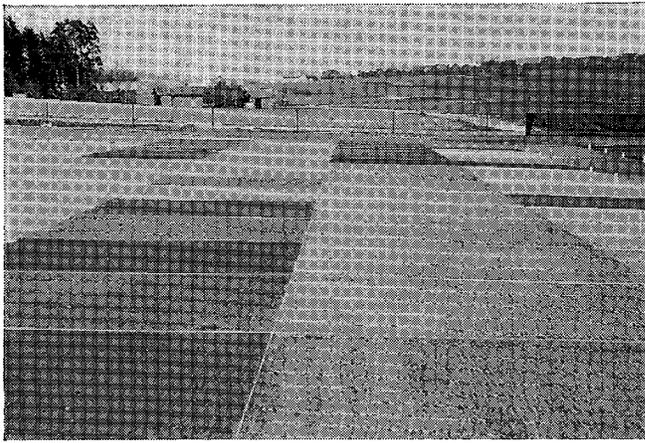


- 1 = anstehender Boden
- 2 = Klärschlamm
- 3 = Gemisch aus Boden und Klärschlamm 1:1
- 4 = Überdeckung 2 cm Boden
- 5 = Überdeckung 2 cm Lavasand
- 6 = Rasendecke

b) für belastbare Vegetations- bzw. Tragschichten



- 1 = anstehender Boden
- 2 = Vegetationsschichten aus Sand und Zuschlagstoffen (Klärschlamm, Torf)
- 3 = Rasendecke



Wurde in Freilandversuch 1 Trockenbeetschlamm sowohl schichtweise in 4 cm verdichteter Schichtdicke rein eingebracht und mit 2 cm Boden oder Lavasand überdeckt als auch mit anstehendem Boden im Volumenverhältnis 1 : 1 bei 10 cm Schichtdicke vermischt, so wurden in Freilandversuch 2 ausschließlich Gemische aus Sand und Klärschlamm bzw. aus Sand, Klärschlamm und Torf hergestellt (Darst. 1). Die auf den planierten, gelockerten Versuchsfeldboden aufgebrauchte Schicht betrug im verdichteten Einbauzustand stets 6 cm. Bei dem verwendeten Klärschlamm handelt es sich in Freilandversuch 1 um ein mechanisch-biologisch behandeltes Material der Anlage Heuchelheim, das auch in Freilandversuch 2 eingesetzt wurde, jedoch dort neben einem nur mechanisch vorbehandelten Trockenbeetschlamm der Anlage Krofdorf. Aus Gründen guter Misch- und Verdichtbarkeit war es notwendig, Trockenbeetschlämme mit einem Trockensubstanzgehalt von etwa 50 % zu verwenden. Bei konditionierten Schlämmen ist eine Mischbarkeit mit Sand bereits bei einem Trockensubstanzgehalt von 35 bis 40 % gegeben. Die verwendeten Trockenbeetschlämme hatten folgende Zusammensetzung:

	Wasser- geh. %	Rohasche %	pH- Wert	Gesamt-N i. %	P ₂ O ₅ TS	K ₂ O mg/100 g	Mg
Mech.-biol. Anlage							
Heuchelheim	53,7	24,9	6,3	1,3	341	40	16
Mech. Anlage							
Krofdorf	48,5	30,6	5,8	1,9	348	116	47

Mit diesen Trockenbeetschlämmen wurden in Freilandversuch 2 folgende wasserdurchlässige Gemische nach vorhergehendem Zerkleinern von Klärschlamm und Torf mit einem Erdwolf und späterem Mischen mit Zwangsmischer hergestellt:

1. Kontrolle, 60 Vol.-% Lahnsand 0/4
40 Vol.-% Fasertorf-Supermanural
2. Kontrolle, 60 Vol.-% Lahnsand 0/4
40 Vol.-% Fasertorf-Supermanural 3 + (= 3 plus)
3. 50 Vol.-% Lahnsand 0/4
50 Vol.-% Klärschlamm – Heuchelheim
4. 60 Vol.-% Lahnsand 0/4
40 Vol.-% Klärschlamm – Heuchelheim
5. 50 Vol.-% Lahnsand 0/4
30 Vol.-% Klärschlamm – Heuchelheim
20 Vol.-% Fasertorf – Supermanural
6. 60 Vol.-% Lahnsand 0/4
20 Vol.-% Klärschlamm – Heuchelheim
20 Vol.-% Fasertorf – Supermanural
7. 50 Vol.-% Lahnsand 0/4
50 Vol.-% Klärschlamm – Krofdorf
8. 60 Vol.-% Lahnsand 0/4
40 Vol.-% Klärschlamm – Krofdorf
9. 50 Vol.-% Lahnsand 0/4
30 Vol.-% Klärschlamm – Krofdorf
20 Vol.-% Fasertorf – Supermanural
10. 60 Vol.-% Lahnsand 0/4
20 Vol.-% Klärschlamm – Krofdorf
20 Vol.-% Fasertorf – Supermanural
11. Kontrolle, 60 Vol.-% Lavasand 0/5
40 Vol.-% Fasertorf – Supermanural
12. Kontrolle, 60 Vol.-% Lavasand 0/5
40 Vol.-% Fasertorf – Supermanural
13. 50 Vol.-% Lavasand 0/5
50 Vol.-% Klärschlamm – Heuchelheim
14. 60 Vol.-% Lavasand 0/5
40 Vol.-% Klärschlamm – Heuchelheim
15. 50 Vol.-% Lavasand 0/5
30 Vol.-% Klärschlamm – Heuchelheim
20 Vol.-% Fasertorf – Supermanural

16. 60 Vol.-% Lavasand 0/5
20 Vol.-% Klärschlamm – Heuchelheim
20 Vol.-% Fasertorf – Supermanural

Mit der Verwendung von Lahnsand und Lavasand sollten zwei nach mineralischer Zusammensetzung und Körnung unterschiedliche Sande einbezogen werden (Darst. 2), während die Torfprodukte Supermanural und Supermanural 3 + neben ihrer Funktion als Wasserspeicherstoff zugleich zu einer ausgeglichenen und vergleichbaren Nährstoffanreicherung, insbesondere an Stickstoff, beitragen sollten.

Die Zusammensetzung des Torfes beträgt etwa:

	Supermanural	Supermanural 3 +
Trockensubstanz i. %	50	50
Stickstoff i. %	1	2
Phosphorsäure i. %	1	1
Kali i. %	1,5	2,0

Die wichtigsten vegetations-technischen Daten der hergestellten Gemische sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Aus dem Vergleich der Daten läßt sich zunächst die Schwierigkeit der homogenen Herstellung der Gemische erblicken, die besonders bei zu feuchtem oder zu trockenem Klärschlamm infolge Klumpenbildung groß ist. Andererseits geht aus der Aufstellung hervor, daß die Klärschlammgemische im Durchschnitt einen höheren Gehalt an organischer Substanz, an Gesamtstickstoff und Phosphorsäure sowie einen höheren pH-Wert als die Torfgemische aufweisen.

Dabei ist ebenso wie bei einem Vergleich mit den Gemischen aus Lahnsand und Lavasand das unterschiedliche Volumengewicht zu berücksichtigen, das bei Klärschlamm höher als bei Torf und bei Lahnsand größer als bei Lavasand ist. Ferner liegt der pH-Wert von Lavasand erheblich über dem von Lahnsand.

Infolge der bei Lavasand vorhandenen Innenporen ist weiterhin die Wasserkapazität aller Lavasandgemische (11–16) größer. Die Wasserdurchlässigkeit, ausgedrückt im modifizierten K-Wert, lag bei allen Gemischen über den geforderten Normwerten von 0,0010 bzw. 0,0015 cm/sec. Somit erfüllen diese Gemische im allgemeinen die Grundanforderung, die an Vegetationsschichten für belastbare Rasenflächen nach DIN 18 915-1 erhoben werden, für Rasentragschichten nach DIN 18 035-4 ist der Gehalt an organischer Substanz durchweg zu hoch und auch die Wasserkapazität überschreitet z. T. die in dieser Fachnorm gezogenen Grenzen. Nach ihr soll der Gehalt an organischer Substanz nicht über 4 Gew.-% ansteigen, während für die Wasserkapazität ein Wert zwischen 35 und 40 Vol.-% gewünscht wird. Er kann bei Verwendung poröser Sande, wie Lavasand, bis auf 45 Vol.-% ansteigen.

Zum Herstellen einer Versuchspartelle von 6 m² Größe bei einer Schichtdicke von 6 cm im verdichteten Zustand wurden 650 l Gemischmenge bei den Versuchsgliedern mit Lahnsand und 600 l für die Gemische mit Lavasand benötigt.

Die Ansaat erfolgte mit einer Saatgutmischung aus

- 30 % *Poa pratensis* – Parade
- 30 % *Poa pratensis* – Enmundi
- 10 % *Phleum pratense* – Pastremo
- 20 % *Cynosurus cristatus* – Credo
- 10 % *Festuca rubra* – Koket.

Da ein Wolkenbruch mit 69 mm Niederschlag in 2½ Stunden am 29. 4. 1974 die am 22. 4. 1974 vorgenommene Ansaat stark in Mitleidenschaft zog, wurde eine Wiederholung der Aussaat nach Ausbesserung der Versuchsanlage notwendig, die am 3. 5. 1974 durchgeführt wurde. Eine Beinträchtigung des Aufgangs ließ sich aber nicht mehr ausschließen.

Um die Nährstoffwirkung des Klärschlammes genauer erfassen zu können, um sie vor allem aber nicht durch zu hohe N-Gabe zu überdecken, erschien für die Durchführung beider Freilandversuche eine Differenzierung der Stickstoffdüngung notwendig. Sie wurde deshalb in zwei N-Stufen unterteilt, und zwar in 10 und 20 g N/m², verfolgt in drei Teilgaben als Rasenflorand (20 : 5 : 8 : 2).

Die Zahl der Wiederholungen beträgt 2 (Darst. 3).

Die Beregnung der Versuchsfläche im Zeitraum der Rasenherstellung hatte zum Ziel, die Vegetationsschichten möglichst feucht zu halten. Dennoch ließ sich eine unterschiedliche Abtrocknung nicht vermeiden. In den kommenden Versuchsjahren wird die Beregnung stets bei Welkebeginn der einzelnen Versuchsglieder stattfinden, um auch den Beregnungsbedarf der verschiedenen Gemische ermitteln zu können.

Der Rasenschnitt wird mit einer Messereinstellung von 3 cm bei 6 bis 8 cm Aufwuchshöhe vorgenommen.

Die Beobachtungen und Untersuchungen im Ansaatjahr erstreckten sich auf

- die Entwicklung der Ansaat,
 - die Messung der Zuwachsrates,
 - die Ermittlung von Schnittgutanteil und Stickstoffgehalt im Rasenaufwuchs,
 - die Feststellung von Rasenaspekt und Rasenfarbe,
 - die botanische Analyse der Rasendecke im Herbst des Ansaatjahres.
- In einem Laborversuch wurde außerdem der Keimverlauf von *Poa pratensis*-Merion und *Lolium perenne*-Manhattan auf verschiedenen Klärschlamm gegenüber Feinsand und Torf untersucht, nachdem in den Freilandversuchen auf Klärschlammzellen sowohl eine geringere Keimpflanzenzahl als auch eine langsamere Narbenbildung auftrat.

Darst.2: Körnungskurven

Prüfs. Nr.: _____

Probe entn. am: _____

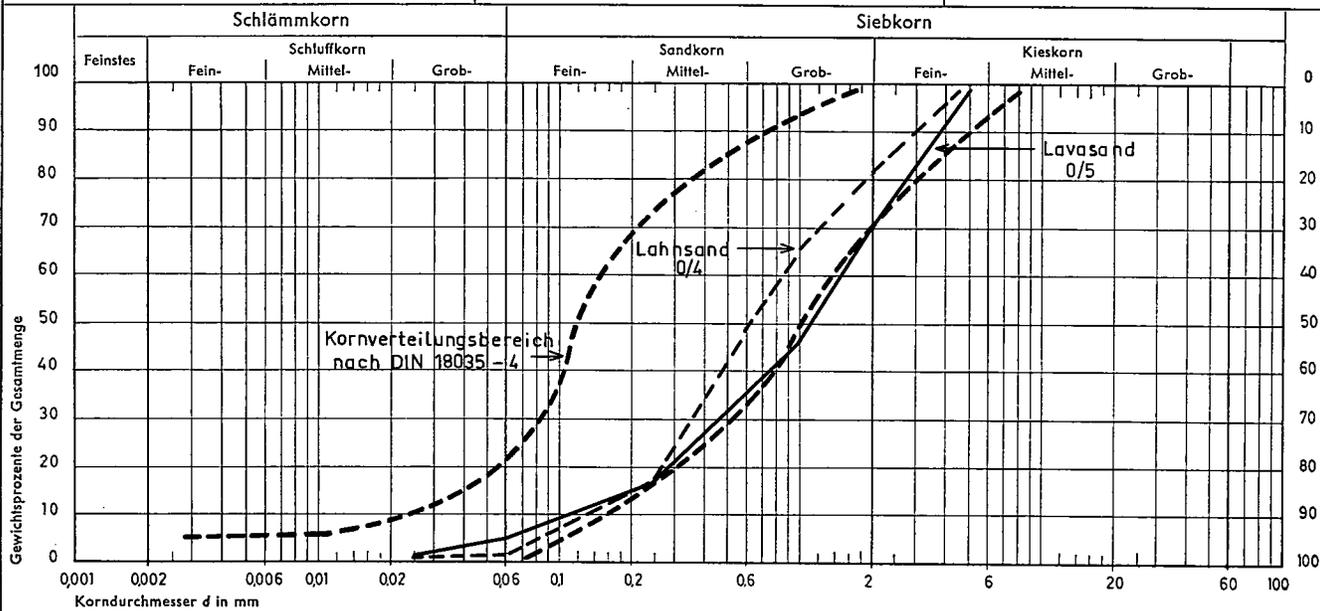
Art der Entn.: _____

Arbeitsweise: _____

Lahnsand 0/4

Lavasand 0/5

Ausgef. durch: _____ Datum: _____



Kurve Nr.:		Bemerkungen (z. B. Kornform):
Bodenart:		zur Anlage:
Tiefe:		
$U = d_{60}/d_{10}$:		
Entnahmestelle/Ort:		

3. Ergebnisse

3.1. Entwicklung der Rasensaat

Bereits die Beobachtung der Versuchsanlage ließ erkennen, daß Unterschiede in Aufgang und Entwicklung der Rasensaat auftreten würden, da die Abtrocknung der einzelnen Parzellen in Trockenperioden verschieden verlief. Sie ging bei allen Parzellen mit Klärschlamm rascher vonstatten, wurde aber verzögert, wenn das Vegetationsschichtgemisch Torf oder

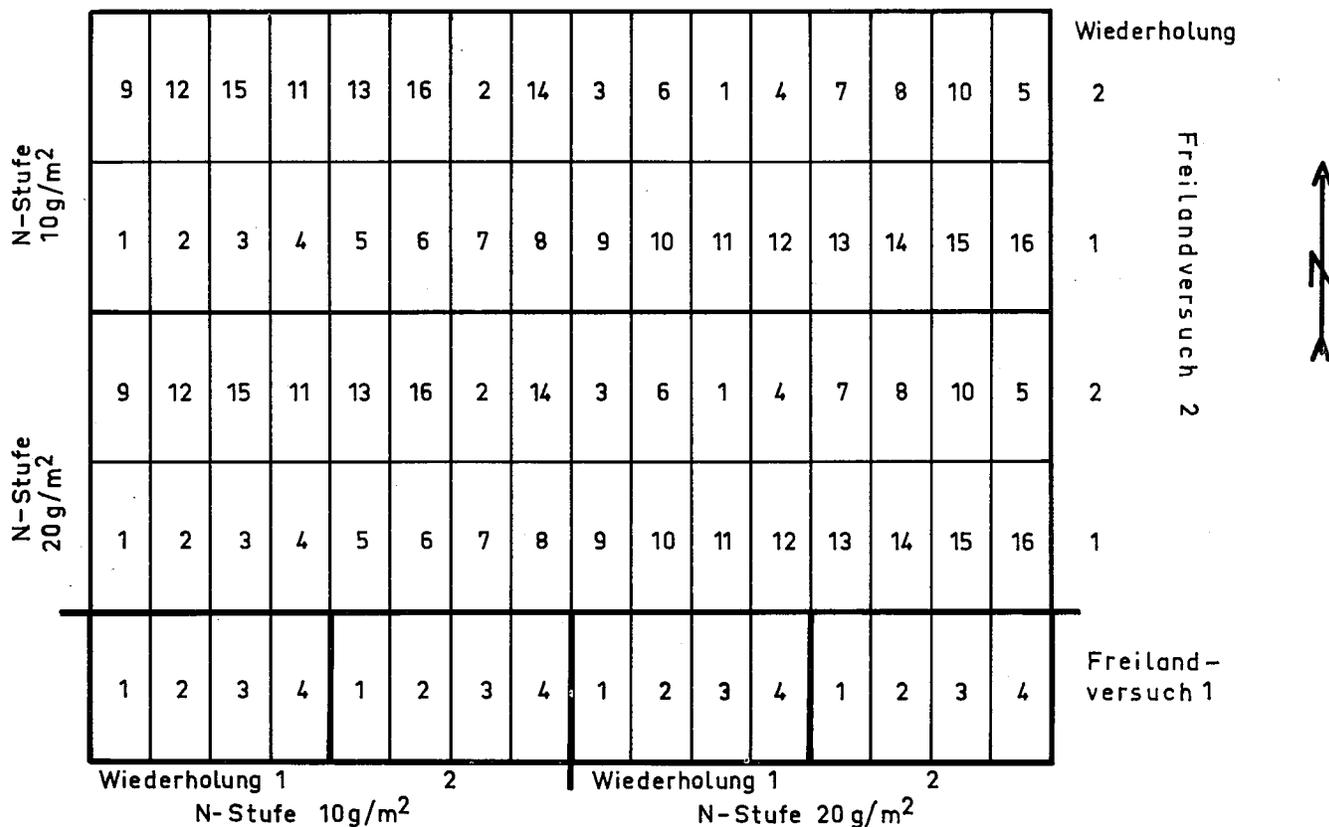
den besser wasserspeichernden Lavasand enthielt. Insofern wirkte eine unterschiedliche Keimwasserversorgung auf die Ansaat ein. Sie beeinflusste den Zeitpunkt des Aufgangs allerdings weniger stark, mehr dagegen die Keimpflanzenzahl und den Verlauf der Bildung der Rasendecke (Tab. 2 u. 3, Darst. 4 u. 5).

Tabelle 1: Kenndaten der hergestellten Gemische

Ver- suchs- glied	Gewicht in TM/l (verdich- tet)	Org. Sub. %	Gesamt- N %	P ₂ O ₅ mg/ 100 g	K ₂ O mg/ 100 g	Mg mg/ 100 g	pH- Wert	Ver- dich- tung %	K* cm/sec.	mod. Wasser- kapazität Vol.-%
1	1,218	4,2	0,086	37	91	9	4,5	41	0,0111	42,0
2	1,258	4,2	0,107	54	122	9	4,5	40	0,0169	42,0
3	1,275	5,8	0,126	137	8	6	5,6	31	0,0066	40,0
4	1,354	4,9	0,089	96	5	6	6,1	29	0,0064	36,5
5	1,248	5,9	0,161	137	50	9	5,6	33	0,0055	40,8
6	1,314	4,2	0,091	70	41	6	5,6	35	0,0075	39,1
7	1,292	6,7	0,111	68	10	10	5,7	29	0,0059	39,8
8	1,352	5,6	0,089	61	8	8	5,8	29	0,0048	36,5
9	1,189	6,0	0,111	83	50	13	5,1	34	0,0053	41,3
10	1,274	5,2	0,075	49	47	10	5,0	33	0,0104	40,5
11	0,886	5,3	0,148	110	186	14	5,4	39	0,0169	47,7
12	0,912	5,3	0,173	103	206	13	5,6	38	0,0206	46,8
13	0,980	6,7	0,169	137	27	7	5,8	31	0,0226	42,5
14	0,995	5,4	0,145	124	24	8	6,1	30	0,0213	40,3
15	0,937	7,2	0,188	145	100	10	5,6	35	0,0192	47,2
16	0,943	6,2	0,126	149	100	10	5,6	35	0,0139	46,4

Darst. 3:

Lageplan der Freilandversuche 1 u. 2



Im einzelnen ergab sich bezüglich der Entwicklung der Rasenansaat folgendes:

In Freilandversuch 1, wo Klärschlamm sowohl schichtweise eingebracht und mit Boden bzw. Lavasand dünn überdeckt bzw. mit Boden im Verhältnis 1 : 1 gemischt worden war, begann der Aufgang zuerst bei dem Boden-Klärschlammgemisch und zuletzt bei Bodenüberdeckung einer Klärschlammsschicht, obwohl die Abtrocknung des Klärschlamm-Bodengemisches größer war. Die größte Keimpflanzenzahl wurde bei den Kontroll-Parzellen aus Boden festgestellt, während die Klärschlammüberdeckung auf Lavasand zum gleichen Zeitpunkt eine beträchtlich geringere Keimpflanzenzahl aufwies (Tab. 2). Aber auch bei der Bodenüberdeckung einer Klärschlammsschicht war der zahlenmäßige Aufgang nur gering. Dies wird auf eine zu dünne Überdeckung des Klärschlammes zurückgeführt, so daß sich keine stabile Schicht bilden konnte und demzufolge bei geringen Niederschlägen sowie bei Beregnungen Abschwemmungen eintraten, zumal weder Boden noch Lavasand eine Verzahnung mit der darunterliegenden, im verdichteten Zustand fast teerartigen Klärschlammsschicht einging. Die geringe Keimpflanzenzahl zusammen mit Oberflächenstörungen durch Regen oder Beregnung dürfte im wesentlichen auch für den zögernden Verlauf der Rasenbildung verantwortlich sein, bei der sich die Überdeckung mit Lavasand jedoch als günstiger erwies (Darst. 4). Demgegenüber konnte die Rasenbildung bei der Kontrolle und beim Boden-Klärschlammgemisch ungehindert verlaufen.

Trotz etwas geringerer Keimpflanzenzahl und rascherer Abtrocknung der Versuchspartellen trat der Narbenschuß beim Boden-Klärschlammgemisch etwa 2 Wochen eher als bei Boden ein. Dies wird auf die bessere Durchwurzelbarkeit des lockeren Boden-Klärschlammgemisches zurückgeführt sowie auf die dadurch geförderte und sicher auch früher einsetzende Stickstofffreigabe.

Tabelle 2:
Daten zu Aufgang und Keimpflanzenzahl der Ansaaten in Freilandversuch 1

Versuchsglied	Aufgang Datum	Keimpflanzen je 100 cm ²	Tomaten je 100 cm ²	Abtrocknung nach Niederschlag Flächen-%
		27. 5. 74	27. 5. 74	16. 5. 74
1. Kontrolle – Boden	15. 5	166	0	0
2. Klärschlamm mit Boden-abdeckung	17. 5.	46	1	0
3. Klärschlamm mit Lavasand-abdeckung	16. 5.	24	5	4
4. Klärschlamm-Bodengemisch 1 : 1	14. 5.	142	2	10

Im Freilandversuch 2 mit getrennt aufgetragenen Vegetationsschichten betrug der Unterschied im Aufgang ebenfalls nur 3 Tage. Innerhalb dieses engen Rahmens aber ist eine klare Beziehung zur Art der Gemische vorhanden. Der Aufgang setzte zuerst bei den Vegetationsschichten aus Sand-Torf und zuletzt bei den Gemischen aus Sand-Klärschlamm, ohne Zusatz von Torf, ein. Diese Beziehungen, jedoch in einem extrem ausgeprägten Maße, ergibt sich auch bei der Keimpflanzenzahl (Tab. 3), die bei den reinen Sand-Klärschlammgemischen der Versuchsglieder 3 und 4 sowie 7 und 8 im Mittel nur 10 % der Keimpflanzenzahl der Kontrollvarianten 1 und 2 erreichte. Demgegenüber lag die Keimpflanzenzahl aller Klärschlamm- bzw. Klärschlamm-Torfgemische mit Lavasand höher.

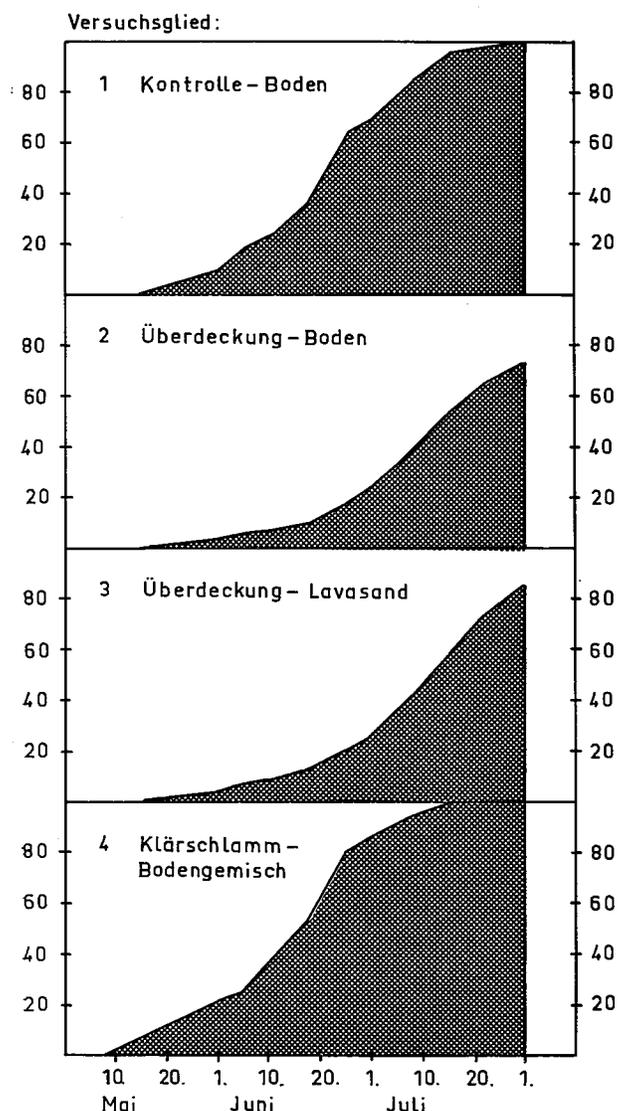
Vergleicht man die Keimpflanzenzahl mit der am 16. 5. 1974 beurteilten Abtrocknung der Versuchsfläche, so stellt man einen engen Zusammenhang dergestalt fest, daß stärkere Austrocknung und geringere Keimpflanzenzahl verbunden sind.

Diese keimstörrende Austrocknung von Vegetationsgemischen mit Klärschlamm dürfte sich aus dem hohen Anteil an Zellulose (Toilettenpapier) ergeben, die gegenüber Torf eine weniger dosierte Wasserabgabe ermöglicht.

Tabelle 3:
Daten zu Aufgang und Keimpflanzenzahl der Ansaaten in Freilandversuch 2

Gemisch	Aufgang Datum	Keimpflanzen je 100 cm ²	Abtrocknung nach Niederschlag Flächen-% am 16. 5. 74	
			Tomaten je 100 cm ²	27. 5. 74
1	14. 6.	170	0	4
2	14. 6.	128	0	0
3	16. 6.	22	7	92
4	16. 6.	23	3	92
5	15. 6.	40	6	60
6	15. 6.	116	2	34
7	15. 6.	11	0	96
8	17. 6.	13	0	95
9	15. 6.	59	0	68
10	15. 6.	41	1	36
11	14. 6.	126	0	1
12	15. 6.	117	0	0
13	16. 6.	96	4	65
14	15. 6.	71	3	60
15	15. 6.	86	4	16
16	16. 6.	93	3	6

Darst. 4: Verlauf der Narbenbildung
(in % der Bodenbedeckung)
in Freilandversuch 1



Unter diesen Umständen ist auch der Verlauf der Rasenbildung zu sehen (Darst. 5), die wiederum bei den Kontrollvarianten aus Sand-Torf rascher und bei Sand-Klärschlamm beträchtlich verzögert verlief. Torfzugabe zu Klärschlamm vermochte ebenso einen gewissen Ausgleich wie die Verwendung von Lavasand (Gemische 13 u. 14 gegenüber 3 u. 4 sowie 7 u. 8) zu bewirken. Gerade aus letzterem ergibt sich, daß die Verzögerungen bei Samenkeimung und Rasenentwicklung im wesentlichen auf eine schlechtere Wasserversorgung bei Vegetationsgemischen mit Klärschlamm zurückgehen.

Gegen phytotoxische Wirkungen der verwendeten Trockenbeetschlämme spricht einerseits der rasche Aufgang und die ungestörte Entwicklung von Tomaten und verschiedenen Unkräutern, andererseits das Ergebnis von Laborkeimversuchen. Diese wurden unter permanenter Wassersättigung durch kontinuierliche Wasserzuleitung mit Filtrierpapier von einer Bewässerungsschale zum Boden der 5 cm hohen und mit 4 cm Klärschlamm bzw. Feinsand oder Torf als Kontrolle gefüllten Keimschalen durchgeführt sowie bei gestörter Wasserversorgung, bei der eine Wassersättigung nur 2 mal pro Woche stattfand. Weiterhin erfolgte die Versuchsanstellung sowohl mit dem Langsamkeimer (*Poa pratensis*-Merion) als auch mit dem Raschkeimer (*Lolium perenne*-Manhattan). Das Saatgut, und zwar 200 Korn/Gefäß *Poa pratensis* und 150 Korn/Gefäß *Lolium perenne*, wurde jeweils auf die Oberfläche des Keimbeetes aufgebracht und nicht überdeckt, so daß die Wasseraufnahme durch das Saatgut nur durch den Kontakt zur Keimbeetoberfläche vonstatten gehen konnte.

Nach den in Darstellung 6 zusammengefaßten Ergebnissen war die Keimpflanzenzahl von *Poa pratensis*-Merion auf Klärschlamm als Keimbett deutlich höher als auf Torf und Feinsand, wenn die Oberfläche des Keimbettes permanent feuchtgehalten wurde. Aber selbst bei unterbrochener Wasserversorgung brachten einige Klärschlämme eine größere Keimpflanzenzahl als Torf oder Feinsand hervor. Andere Klärschlämme wiederum verursachten einen zögernden Keimverlauf mit geringerer Keimpflanzenzahl.

Bei *Lolium perenne*-Manhattan (Darst. 7) verlief die Keimung auf Klärschlamm bei beiden Feuchtigkeitsstufen zögernder, die Gesamtkeimzahl lag bei permanenter Wassersättigung des Keimbettes aus Klärschlamm aber fast im Bereich der Kontrolle aus Weißtorf, sie war bei unterbrochener Keimwasserversorgung aber deutlich geringer. Diese Unterschiede werden im wesentlichen auf die gegenüber Torf und Sand trotz gleicher Wasserzufuhr weniger nasse Oberfläche des Keimbettes von Klärschlamm sowie auf die beträchtlich größeren Samenkörner von *Lolium perenne* zurückgeführt.

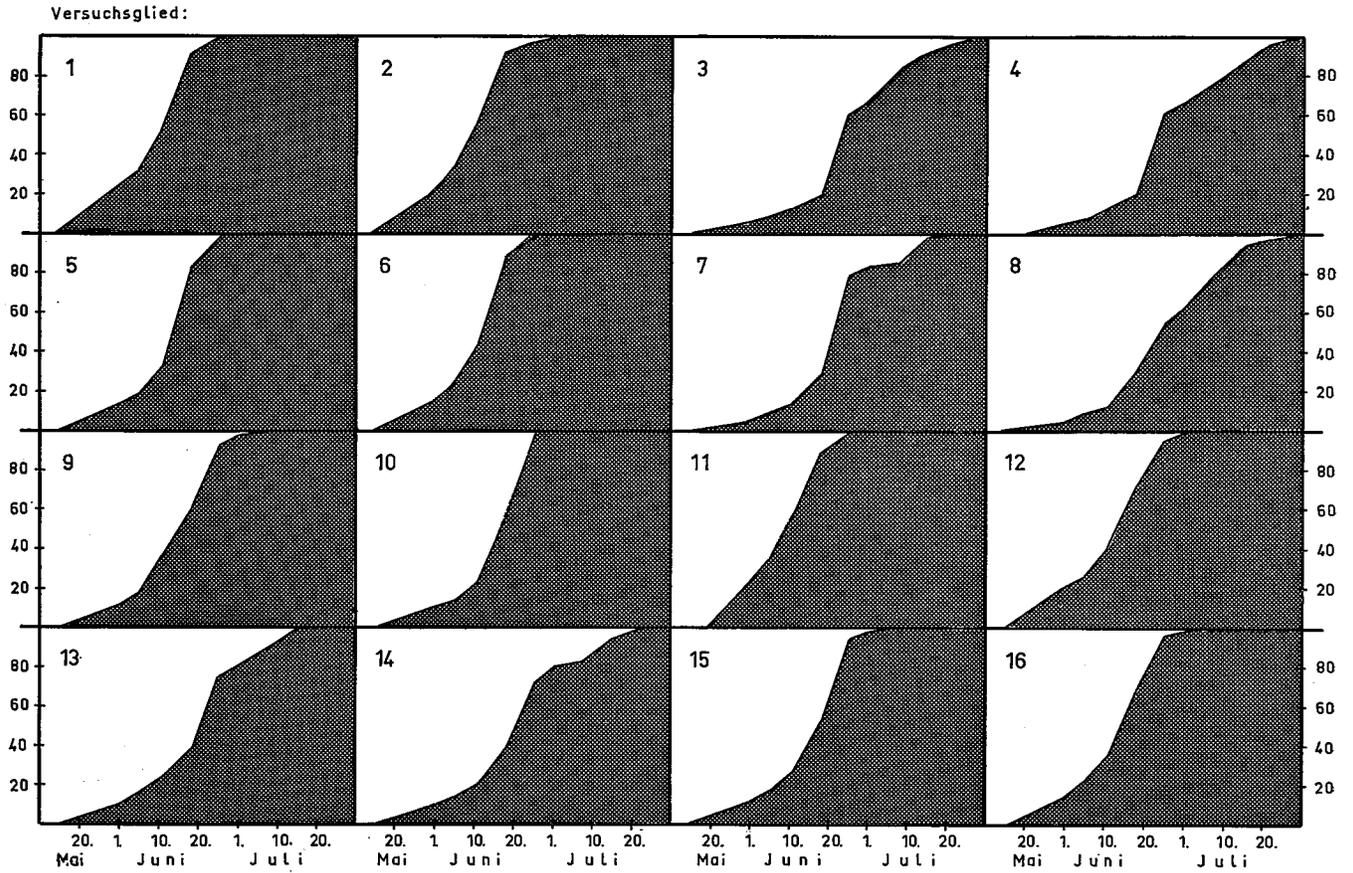
Im ganzen kann damit eine unregelmäßige Wasserversorgung als Ursache von erheblichen Keimstörungen der verwendeten Klärschlamm-Sandgemische im Freiland angenommen werden.

3.1. Rasenzuwachs und Stickstoffgehalt des Schnittgutes

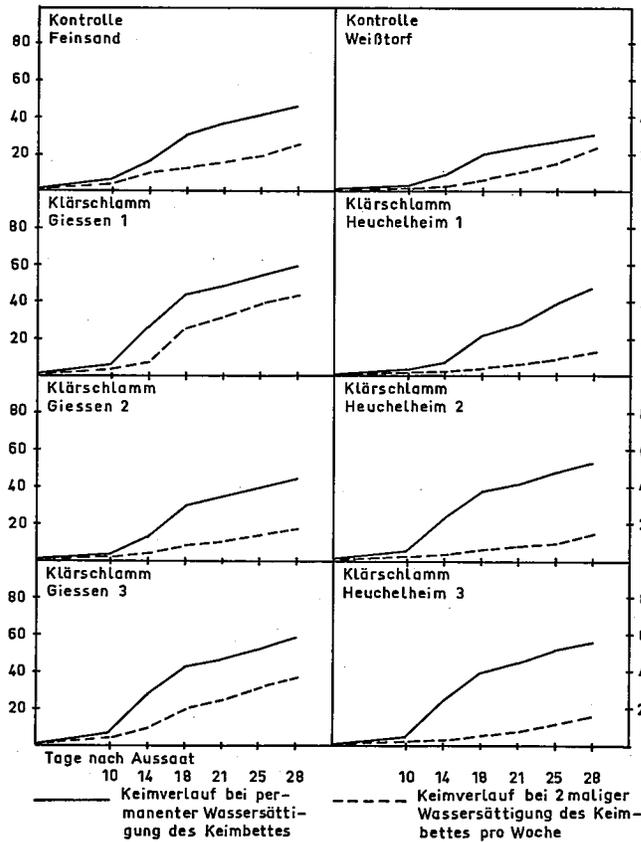
Die vegetationsbeeinflussende Wirkung von Klärschlamm in Sandgemischen beruht einerseits auf der Förderung der Wasserspeicherefähigkeit, andererseits auf seinem Nährstoffgehalt mit Nährstoff-Freisetzung. Bei Gemischen mit Boden treten Strukturverbesserungen einschließlich der Verbesserung des Luftaushaltes hinzu.

Der Komplex der Wasserspeicherefähigkeit umfaßt aber auch die Komponente der raschen Wasserabgabe oder der Wasserrückhaltung im von Pflanzen unbedeckten Zustand, wenn eingebaute Gemische der unmittelbaren Einwirkung austrocknender Winde sowie Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind und, wie bereits dargestellt, Aufgang und Narbenbildung beeinträchtigen. Die Wasserspeicherefähigkeit an sich äußert sich dagegen erst im pflanzenbedeckten Zustand, bei unseren Versuchen also ab 1975, wenn sie einer differenzierten Beregnung unterliegen und dann auch quantitative Aussagen möglich machen. Demgegenüber ist die Freisetzung von Nährstoffen, insbesondere von Stickstoff, schon im Ansaatzjahr zu diskutieren. Sie läßt sich neben der Beurteilung von Rasenaspekt und Rasenfarbe durch Feststellung des Rasenzuwachses, des Schnittgutanzfalls und des N-Gehaltes im Schnittgut ermitteln. Mit diesen Untersuchungen wurde nach Abschluß der Narbenbildung aller Versuchsglieder begonnen, wobei die aufwendigen Schnittgutanalysen auf N-Stufe 1 des Freilandversuches 2 beschränkt blieben.

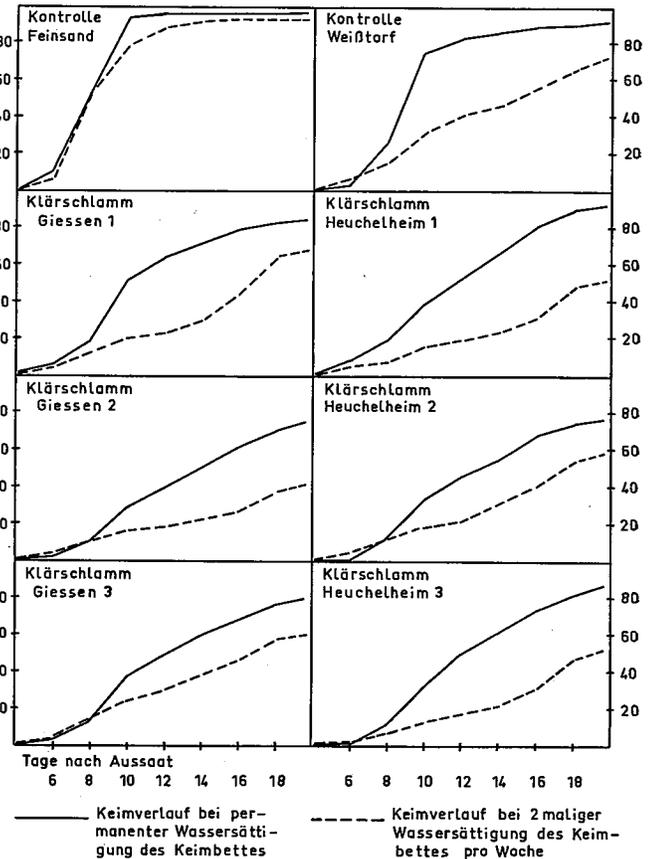
Darst. 5: Verlauf der Narbenbildung (in% der Bodenbedeckung) in Freilandversuch 2



Darst. 6: Keimverlauf von *Poa pratensis* – Merion
(Samenkeimung in %)

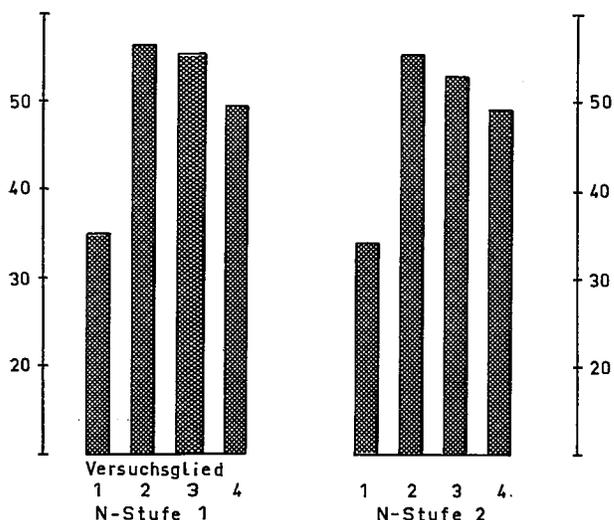


Darst. 7: Keimverlauf von *L. perenne* – Manhattan
(Samenkeimung in %)



Wie aus der Summierung des Rasenzuwachses für die Versuchsperiode August bis Oktober 1974 hervorgeht, bestehen in **Freilandversuch 1** diesbezüglich extreme Unterschiede. Der Rasenzuwachs aller Klärschlammzellen war gegenüber der aus unverändertem Boden bestehenden Kontrolle (Versuchsglied 1) im Mittel nicht nur um 50% höher, sondern überlagerte auch den Effekt der differenzierten Stickstoffdüngung. Im einzelnen führte die Überdeckung eines Klärschlammbettes, insbesondere mit Boden (Versuchsglied 2), zum größten Rasenzuwachs, hinter dem der Zuwachs des Boden-Klärschlammgemisches (Versuchsglied 4) etwas zurückblieb (Darst. 8).

Darst. 8: Rasenzuwachs (in cm) in Freilandversuch 1 (August - Oktober 1974)



Diese eindeutige Stickstoffreaktion der Rasendecke ist somit als Klärschlammeffekt zu werten, der bereits bei der ersten Aufwuchsmessung am 2. 8. 1974 mit entsprechender Wuchshöhendifferenzierung eintrat und noch in milden Perioden des Winters 1974/75 zu beobachten war.

Meßbare Klärschlammwirkungen sind ebenfalls bei **Freilandversuch 2** festzustellen, doch liegen sie hier nicht bei allen Versuchsgliedern und auch nur in einem geringeren Ausmaß vor. Das hängt damit zusammen, daß die Kontrollparzellen im Versuch 2 aus Gründen eines gewissen Nährstoffhaushalts der Praxis entsprechend mit Nährstoffen angereichert bzw. mit Torfprodukten ausgestattet wurden, die mit einem Stickstoffgehalt von 1 bzw. 2% in überwiegend raschwirksamer Form einen relativ hohen Nährstoffvorrat für das Ansaatjahr enthielten. Somit bestand die Frage, ob die Klärschlammgemische im Ansaatjahr bereits ähnliche Nährstoffleistungen erbringen.

Diese Frage ist, trotz Einzelabweichungen, für das Ansaatjahr

grundsätzlich zu bejahen. Aus den in Darstellung 9 aufgeführten Ergebnissen des Rasenzuwachses geht zusammenfassend nämlich hervor, daß

1. Unterschiede in der Nährstoffwirkung der verwendeten Klärschlämme bestehen, da der Rasenzuwachs der Versuchsglieder 7 bis 11 jeweils höher als bei den Versuchsgliedern 3 bis 6 ist;
2. der Rasenzuwachs bei den Versuchsgliedern mit Klärschlamm aus Krofdorf entsprechend über den Werten der Kontrolle liegt, bei den Versuchsgliedern mit Klärschlamm aus Heuchelheim jedoch darunter;
3. der Rasenzuwachs in cm bei der N-Stufe 1 bei beiden Sanden, Lahn-sand und Lavasand, etwa gleich war; er lag bei N-Stufe 2 im Falle von Lavasand geringfügig höher;
4. Unterschiede zwischen den N-Stufen in Freilandversuch 2 deutlich hervortreten; sie liegen im Mittel bis 5 cm zugunsten von N-Stufe 2. Die Schnitzzahl betrug in den Monaten August bis Oktober bei N-Stufe 1 = 10, bei N-Stufe 2 = 11;
5. ein höherer Klärschlammanteil in der Vegetationsschicht, besonders bei N-Stufe 1, auch einen größeren Rasenzuwachs bewirkte; günstigere Ergebnisse traten ferner bei den Gemischen aus Torf und Klärschlamm ein.

Die bei N-Stufe 1 vorgenommenen Feststellungen des Schnittgut-anfalls, die in Darstellung 10 als Additionsergebnis der Einzelschnitte von August bis Oktober in Gramm Trockenmasse je m² wiedergegeben werden, erhärten im großen und ganzen durch die Ermittlung des Rasenzuwachses gewonnenen Befunde. So führte der Krofdorfer Klärschlamm auch zu höheren Schnittgutgewichten, die mit dessen höherem N-Gehalt bei etwas geringerem Wassergehalt begründet werden können. Aber selbst der Klärschlamm aus Heuchelheim bewirkte etwa den gleichen Schnittgut-anfall, wie er bei der Kontrolle auftrat. Besonders günstige Ergebnisse wurden in Übereinstimmung zum Rasenzuwachs bei Gemischen von Klärschlamm und Torf gewonnen. Abweichend dazu verhalten sich allerdings die Gemische mit Lavasand, deren Schnittgutgewichte mit einer Ausnahme (Versuchsglied 15) alle unter den Werten einer vergleichbaren Kontrolle liegen. Da aber auch beide Kontrollvarianten nicht erklärbare Ergebnisdifferenzen aufweisen, indem das stärker nährstoffangereicherte Supermanural 3 + zwar in Variante 12, nicht aber in Variante 2, ein höheres Schnittgutgewicht als das weniger angereicherte Supermanural erbrachte, dürften noch Nachwirkungen von Einbau- bzw. Witterungsstörungen bei der Versuchsanlage vorliegen, die sich im weiteren Versuchsablauf durch fortschreitende Konsolidierung von Vegetationsgemisch und Rasennarbe sicher ausgleichen werden. Andererseits können gewisse Unterschiede aus einem verschiedenen Trockensubstanzgehalt, aus der bei Lavasand geringeren Einbaumenge, aus Abweichungen in der Narbenzusammensetzung sowie aus Unterschieden in der Rasendichte resultieren. Vor allem gleiche Zuwachshöhe ist bei Rasen im Ansaatjahr nicht immer mit gleicher Zuwachsmenge korreliert.

Geht aus den bisherigen Ergebnissen somit hervor, daß Klärschlamm- bzw. Klärschlamm-Torfgemische zusammen mit Sand etwa den gleichen Rasenzuwachs und im großen und ganzen auch den gleichen bzw. ähnlichen Schnittgut-anfall wie mit Nährstoffen angereicherte Torfe zusammen mit Sand ergeben, was auf eine beträchtliche Nährstofffreisetzung der Klärschlämme schon im Ansaatjahr schließen läßt, so bleibt die Höhe des Stickstoffgehaltes im Rasenschnittgut noch offen.

Darst. 9: Rasenzuwachs (in cm) in Freilandversuch 2 (August - Oktober 1974)

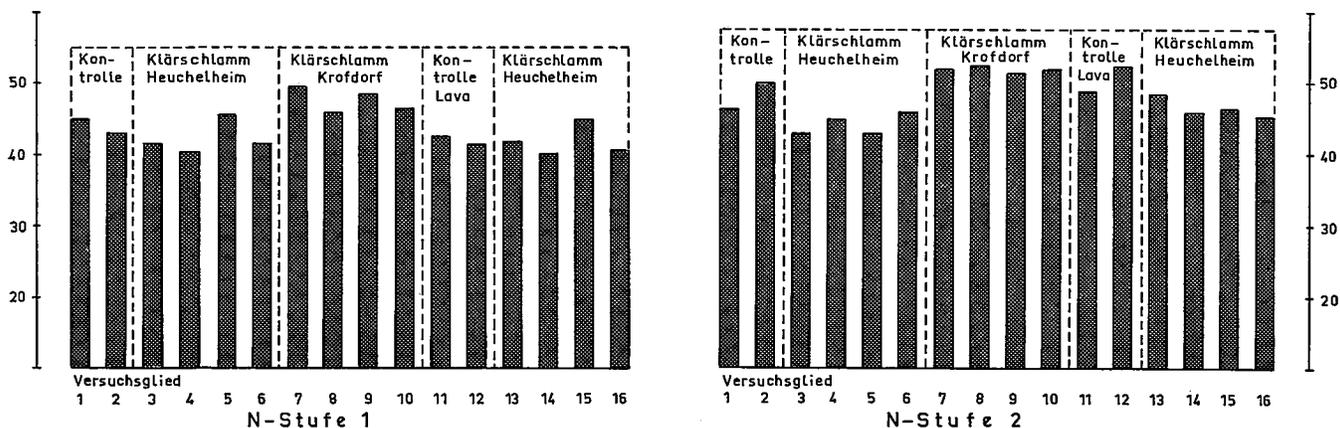


Tabelle 4: Stickstoffgehalt (i.% TM) des Rasenschnittgutes
in Freilandversuch 2, N - Stufe 1

Variante	Schnittzeitpunkt:									
	2.8.	9.8.	14.8.	21.8.	28.8.	6.9.	24.9.	14.10.	31.10.	Mittel
1	4,28	4,82	4,60	4,97	4,45	4,47	4,32	4,31	4,01	4,48
2	4,21	4,77	3,39	4,74	4,60	4,21	4,55	4,53	4,00	4,31
3	3,54	3,85	4,56	4,54	3,98	3,28	3,85	3,91	3,78	3,88
4	3,53	3,86	3,86	4,16	4,02	3,36	4,01	3,76	3,63	3,79
5	4,29	4,70	4,22	3,80	4,12	3,72	4,35	3,78	3,91	4,08
6	3,62	4,67	4,03	4,46	3,78	3,95	4,28	3,86	3,85	4,05
7	4,37	4,86	4,66	4,61	4,04	4,14	4,43	3,94	3,95	4,30
8	3,90	4,36	4,40	4,18	3,75	4,28	4,28	3,76	3,96	4,08
9	4,14	4,73	4,71	4,27	3,96	4,72	4,54	4,17	4,09	4,38
10	3,99	4,37	4,50	4,07	4,08	4,51	4,40	3,97	3,78	4,18
11	3,92	4,28	4,92	4,12	3,81	4,53	4,70	4,18	3,90	4,25
12	4,85	5,18	5,10	4,44	4,63	4,81	4,78	4,24	4,09	4,66
13	3,89	4,03	4,45	3,87	3,78	4,08	4,49	3,87	3,96	4,02
14	4,04	4,10	4,43	4,03	3,82	3,98	4,48	3,96	3,91	4,04
15	4,25	4,67	4,75	3,98	4,05	4,63	4,57	3,89	3,89	4,28
16	4,21	4,24	4,10	3,85	3,98	3,69	4,23	3,74	3,71	3,94

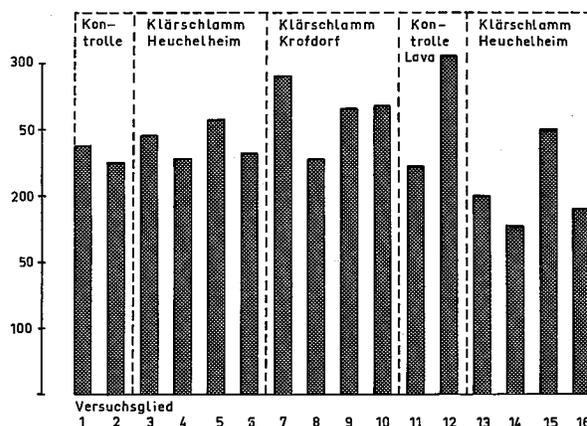
Analysenergebnisse stehen hierfür ebenfalls von N-Stufe 1 des Freilandversuchs 2 zur Verfügung (Tab. 4). Absolut gesehen liegen die Analysenwerte mit 3,5 bis 5,0 % N in der Trockensubstanz recht hoch, so daß allein ihnen ein beträchtlicher Stickstoffeffekt des Klärschlammes entnommen werden kann. Im einzelnen ist bei den Analysenergebnissen jedoch ein höherer Stickstoffgehalt des Schnittgutes aller Kontrollvarianten erkennbar. Ebenso weisen die Gemische von Klärschlamm und Torf einen höheren N-Gehalt auf, was auf eine gute N-Abgabe des nährstoffangereicherten Torfes schließen läßt und für die kommenden Versuchsjahren die Frage der Nachwirkung, sowohl bei Torf als auch bei Klärschlamm, aufwirft. Darüber hinaus aber ergaben die Stickstoffanalysen des Schnittgutes höhere Werte einerseits für die mit Klärschlamm aus Krofdorf hergestellten Gemische, andererseits bei den Gemischen mit Lavasand. Im Falle des Krofdorfer Klärschlammes setzt sich somit die Beziehung von höherem N-Gehalt im Klärschlamm und größerer Wuchsleistung der Rasendecke auch auf den N-Gehalt des Schnittgutes fort, für die Gemische mit Lavasand ergibt sich dagegen ein Widerspruch insofern, als ein geringerer Schnittgutanteil gegenüber den vergleichbaren Varianten mit Lahnsand (13-16 : 3-6) mit einem höheren N-Gehalt des Schnittgutes verbunden ist. Hierfür kann eine schlüssige Erklärung noch nicht gefunden werden. Überträgt man die Ergebnisse der N-Analysen schließlich in

eine Berechnung des Nährstoffzugs (Darst. 11), dann verstärkt sich auf der einen Seite die bereits ermittelte Überlegenheit der Stickstoffwirkung des Krofdorfer gegenüber dem Heuchelheimer Klärschlamm, die über die Nährstoffwirkung der angereicherten Torfe hinausgeht. Auf der anderen Seite wird die im Schnittgutanteil ermittelte Nährstoffleistung durch Berücksichtigung des N-Gehaltes bei den Gemischen aus Lahnsand und Klärschlamm Heuchelheimer Herkunft etwas reduziert, bei Lavasand und Klärschlamm aus Heuchelheim aber etwas erhöht. Zusammenfassend ist somit bereits für das Ansaatjahr eine nennenswerte Nährstoffwirkung von Klärschlamm in Vegetations- bzw. Tragschichtgemischen festzustellen, die in ihrem Ausmaß allerdings von der Herkunft des Klärschlammes, dem verwendeten Sand und von der anteilmäßigen Zusammensetzung der Gemische abhängt. Für die größere Nährstoffwirkung des Krofdorfer Klärschlammes im Ansaatjahr dürfte außer seinem höheren N-Gehalt die schon weiter fortgeschrittene Zersetzung verantwortlich sein, die neben Alter und Struktur auch aus dem höheren Gehalt an Rohasche hervorgeht. Weiterhin fragt sich, wie lange die hohe Nährstoffwirkung der angereicherten Torfe anhält.

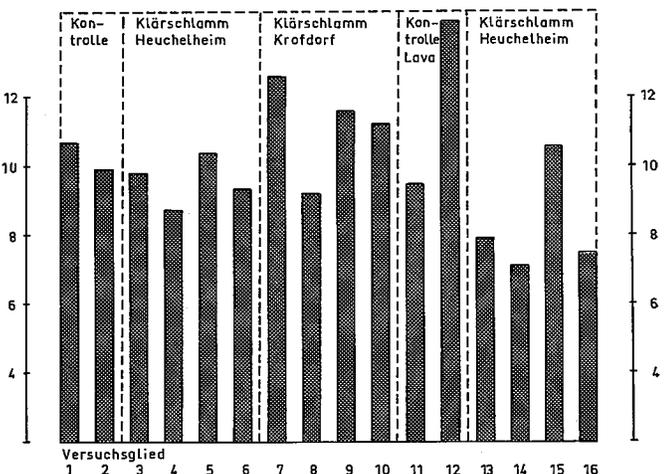
3.3. Rasenaspekt und Rasenfarbe

Mit der Beurteilung von Rasenaspekt und Rasenfarbe wird versucht, einerseits das durch günstige Wachstumsverhältnisse

Darst. 10: Schnittgutanteil (in g/m² TM) in Freilandversuch 2, N-Stufe 1 (August - Oktober 1974)



Darst. 11: Stickstoffzug (in g/m² N) durch Rasenschnittgut in Freilandversuch 2, N-Stufe 1 (August - Oktober 1974)



oder auch durch Störungen beeinflusste Rasenbild zu erfassen, das alle Verfärbungen und Absterbeerscheinungen, sei es durch Witterungseinflüsse, Pflegemaßnahmen, Krankheitsauftreten u. ä., einschließt, andererseits in ähnlicher Weise Einwirkungen auf die Rasenfarbe festzulegen, die insbesondere stark stickstoffbedingt sind.

Wie es die Ergebnisse in Tabelle 5 zeigen, wird die Klärschlammwirkung in **Freilandversuch 1** auch in dieser Hinsicht bereits im Ansaatjahr deutlich. Bei beiden N-Stufen wurde der Rasenaspekt durch Klärschlamm merklich verbessert und die Farbintensität erhöht. Im ganzen gehen Rasenaspekt und Rasenfarbe der Klärschlammvarianten der niedrigen N-Stufe weit über die Merkmale der Kontrolle (Boden) innerhalb der höheren N-Stufe hinaus. Zwischen den Versuchsgliedern mit Klärschlamm bestehen dagegen nur geringe Unterschiede. Dennoch ist ein etwas besserer Effekt der Bodenüberdeckung von Klärschlammsschichten im Ansaatjahr unverkennbar.

Tabelle 5: Rasenaspekt und Rasenfarbe
in Freilandversuch 1

Versuchsglied	R a s e n a s p e k t					Mittelwert	Rasenfarbe %
	Monat 8	9	10	11	12		
N-Stufe 1							
1. Kontrolle-Boden	3,0	3,0	4,5	4,0	3,5	3,6	5,5
2. Klärschlamm mit Bodenabdeckung	1,5	1,0	3,0	3,0	2,0	2,1	8,0
3. Klärschlamm mit Lavaabdeckung	2,0	1,0	3,0	3,0	3,0	2,4	7,0
4. Klärschlamm-Bodengemisch	1,5	2,0	3,0	3,0	3,0	2,5	7,0
N-Stufe 2							
1. Kontrolle-Boden	3,0	3,0	4,0	4,0	3,0	3,4	6,0
2. Klärschlamm mit Bodenabdeckung	2,0	1,0	3,0	2,0	2,0	2,0	8,0
3. Klärschlamm mit Lavasandabdeckung	2,0	1,0	3,0	3,0	2,5	2,3	8,0
4. Klärschlamm-Bodengemisch	1,5	1,0	3,0	3,0	2,5	2,2	7,5
Rasenaspekt: 1 = völlig ungestört 9 = total gestört Rasenfarbe : 1 = sehr hell 9 = sehr dunkel							

Ähnlich große Unterschiede ließen sich in **Freilandversuch 2** bisher nicht feststellen, wo offensichtlich bis in den Spätherbst des Jahres 1974 hinein eine gute Nährstoffwirkung der nährstoffangereicherten Torfe vorliegt und Unterschiede im Rasenaspekt auch zwischen den Stickstoffstufen der Versuchsanlage nur geringfügig auftraten (Tab. 6). Eindeutig aber geht aus den Bonitierungsergebnissen des Rasenaspekts wiederum der größere Nährstoffeinfluß des Krofdorfer Klärschlammes hervor, der sich ferner in einer dunklen Rasenfarbe bemerkbar machte. Allerdings muß einschränkend festgestellt werden, daß in der botanischen Zusammensetzung der Rasendecke ebenfalls Abweichungen eingetreten sind.

3.4. Botanische Zusammensetzung der Rasendecke

Das anfängliche Auftreten von Tomatenpflanzen, die bei Pflanzanzahlen von bis zu 700 je m² durch ihre Raschwüchsigkeit je nach Gemisch in wenigen Wochen bodendeckende Bestände bilden, stört nachhaltig nicht, da diese schnittempfindliche Pflanzenart mit dem ersten Rasenschnitt weitgehend und mit dem zweiten Schnitt vollständig eliminiert wird. Gravierend wirkte sich dagegen in beiden Versuchen das Auftreten von *Poa annua* aus.

Dieses Unkrautgras geht offensichtlich auf die Heuchelheimer Klärschlammherkunft zurück und hat sich von dort selbst auf die Kontrollparzellen übertragen. Das kann allein durch Zerkleinern, Mischen und Transportieren mit den gleichen Maschinen bzw. dem gleichen Gerät geschehen oder durch Überschwemmen, Begehen oder Befahren (Walze) verursacht worden sein.

In **Freilandversuch 1**, zu dessen Anlage ausschließlich Klärschlamm Heuchelheimer Herkunft verwendet wurde, nahm *Poa*

Tabelle 6: Rasenaspekt und Rasenfarbe
in Freilandversuch 2

Versuchsglied	R a s e n a s p e k t					Mittelwert	Rasenfarbe %
	Monat 8	9	10	11	12		
N-Stufe 1							
1	1,5	1,5	2,0	3,0	3,0	2,2	7,5
2	1,5	1,5	2,0	3,0	3,5	2,3	8,0
3	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	2,6	7,0
4	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	2,6	7,0
5	2,0	1,5	3,0	3,0	3,0	2,5	7,5
6	2,0	1,5	2,5	3,0	2,5	2,3	7,5
7	1,0	1,0	2,0	2,5	2,0	1,7	8,0
8	1,5	1,0	2,0	2,5	2,0	1,8	8,0
9	1,0	1,0	2,5	3,0	2,5	2,0	8,0
10	1,0	1,0	2,0	3,0	3,0	2,0	8,0
11	2,0	2,0	3,0	3,5	3,5	2,8	7,5
12	1,0	1,0	3,0	3,5	3,0	2,3	8,0
13	2,0	2,0	3,0	3,5	3,5	2,8	7,0
14	2,0	2,0	3,0	3,5	3,5	2,8	7,5
15	2,0	1,5	3,0	3,5	2,5	2,5	7,5
16	2,0	2,0	3,0	3,5	3,0	2,7	7,0
N-Stufe 2							
1	1,5	1,0	2,0	2,5	2,5	2,1	8,0
2	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0	1,5	8,5
3	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	2,3	6,5
4	2,0	2,0	2,5	2,5	2,0	2,2	7,0
5	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,2	7,0
6	2,0	1,5	2,0	3,0	2,5	2,2	7,0
7	1,0	1,0	1,5	2,0	2,0	1,5	8,0
8	1,5	1,0	2,0	2,0	2,0	1,7	8,0
9	1,5	1,0	2,0	2,0	2,5	1,8	8,0
10	2,0	1,0	2,0	2,5	2,5	1,9	7,5
11	1,5	1,0	2,5	3,0	3,0	2,2	7,5
12	1,0	1,0	2,5	3,0	3,0	2,1	8,0
13	2,0	1,0	2,5	2,5	2,0	2,0	7,0
14	2,0	2,0	2,0	3,0	2,5	2,3	7,0
15	2,0	1,5	2,0	3,0	2,5	2,2	7,0
16	2,0	1,5	2,0	2,5	2,0	2,0	7,5
Rasenaspekt: 1 = völlig ungestört 9 = total gestört Rasenfarbe : 1 = sehr hell 9 = sehr dunkel							

annua im Herbst des Jahres 1974 30 bis 40% des Narbenanteils ein, während die mit Boden oder Lavasand überdeckten Klärschlammparzellen etwa 20% an *Poa annua* aufwiesen. Der entsprechende Anteil der Kontrolle lag bei 8%. Davon abgesehen setzte sich die Rasennarbe überwiegend aus *Phleum pratense* und *Cynosurus cristatus* zusammen, wie es der üblichen Entwicklung im Ansaatjahr entspricht. *Poa pratensis* als künftiger Hauptbestandbildner nahm 15 bis 20% des Narbenanteils ein. Zu den anderen Fremdarten gehören Ackerunkräuter wie *Stellaria media* und eine Saatgutverunreinigung mit *Lolium perenne* (Darst. 12).

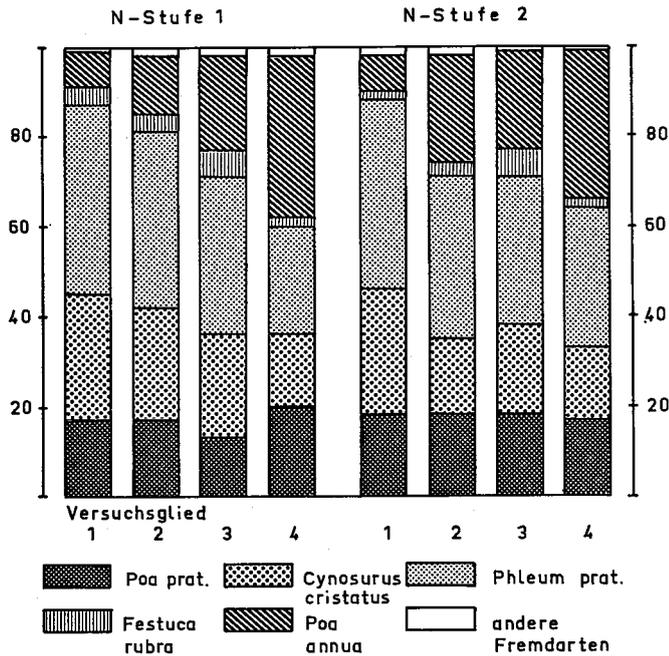
In **Freilandversuch 2** erreichte die Verunreinigung der Parzellen durch *Poa annua* derart extreme Ausmaße, daß dieses Ungras bei allen Gemischen mit Klärschlamm der Herkunft Heuchelheim zur dominanten Grasart in der Rasendecke wurde. Dabei lag der *Poa annua*-Anteil bei den Gemischen ohne Torfzusatz im allgemeinen am höchsten; er war bei den Gemischen mit Lahnsand, wo 40 bis 70% der Narbe von *Poa annua* gebildet wurde, wiederum größer als bei den Gemischen mit Lavasand.

Als Ursache dieses Unterschieds kann die langsamere Narbenbildung bei den Klärschlammgemischen mit Lahnsand angesehen werden, die der Ausbreitung von *Poa annua* noch größere Möglichkeiten bot (Darst. 13 u. 14).

Gegenüber dieser starken Verunreinigung der Rasendecke auf den Gemischen mit Heuchelheimer Klärschlamm liegt der *Poa annua*-Anteil der Kontrolle sowie der Gemische mit Klärschlamm aus Krofdorf zwischen 5 und 10%. Hier setzt sich die Rasendecke, wie in Versuch 1, dominierend aus *Phleum pratense* und *Cynosurus cristatus*, mit angemessenen Anteilen an *Poa pratensis*, zusammen. Der höhere Fremdartenteil in den Versuchsgliedern 7 bis 10 (Klärschlamm Krofdorf)

Darst. 12: Botanische Zusammensetzung der Rasendecke (in %)

Freilandversuch 1 (Okt. 1974)



entfällt im wesentlichen auf *Plantago maior* und *Rumex crispus*, die mit Klärschlamm übertragen wurden. Die Tatsache, daß die starke Verunreinigung eines Klärschlammes mit *Poa annua* nicht nur die Ansaat der entsprechenden Gemische bestandsmäßig völlig umgestaltet hat, sondern durch Übertragung auch zu einer Verunreinigung anderer Versuchsglieder führte, bedeutet zunächst eine Beeinträchtigung der Versuchsanlage einschließlich der weiteren Versuchsdurchführung. So dürften im Ansaatjahr Rasenzuwachs und Schnittgutanteil durch das aufwuchsrärmere Gras *Poa annua* gemindert worden sein, was einer in Wirklichkeit höheren Nährstoffwirksamkeit des Heuchelheimer Klärschlammes entspricht. Zum anderen ergibt sich die Frage nach der Verun-

reinigungsursache, die für die Verwendbarkeit von Klärschlamm zur Herstellung von Vegetations- und Tragschichten für Rasen überhaupt von Bedeutung ist. Diesbezüglich wurde anfänglich eine Verunreinigung des Heuchelheimer Klärschlammes durch dortiges Rasenschnittgut angenommen. Später mußte jedoch festgestellt werden, daß der Filtersand in den Trockenbeeten nicht erneuert wird und daß sich im Verlaufe sommerlicher Leerperioden rasch eine *Poa annua*-Decke durch Selbstberasung einstellt, die auf diesem nährstoffangereicherten idealen Wachstumssubstrat in kurzer Zeit einen üppigen Samenträgerbestand bildet.

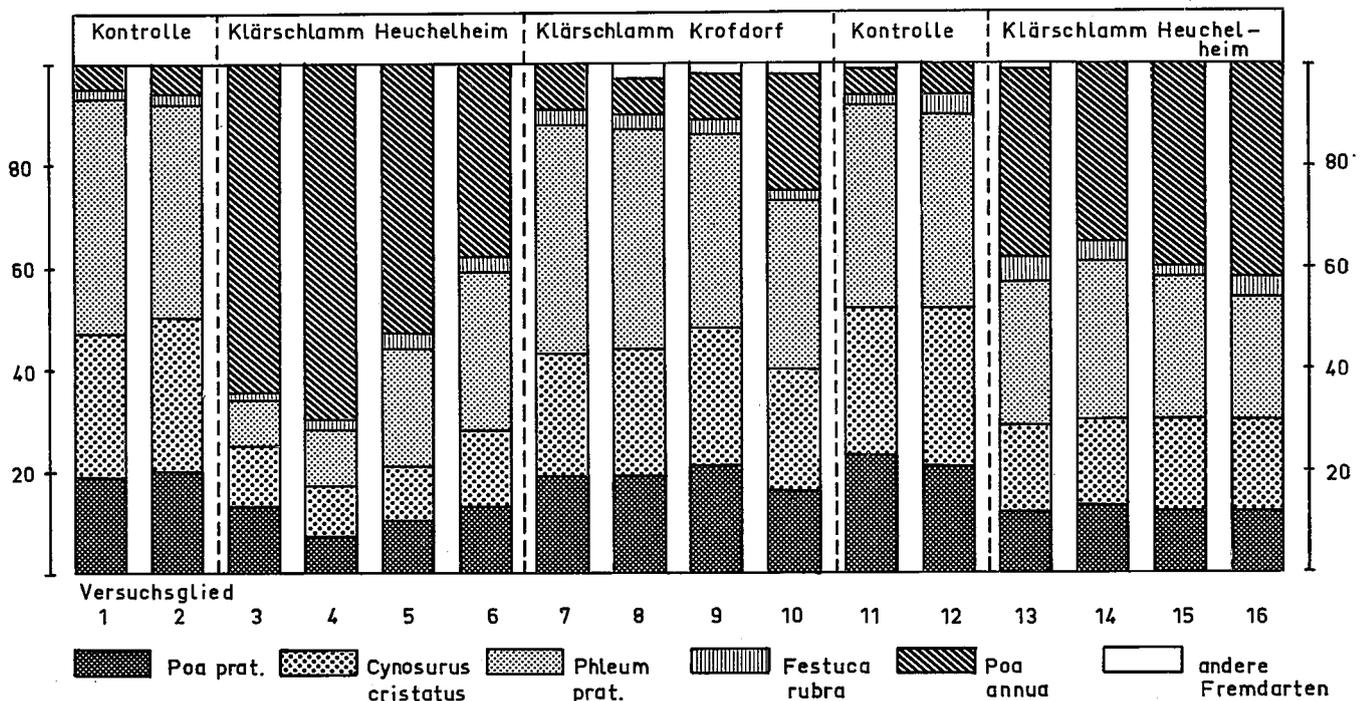
Soll Trockenbeetschlamm also sinnvoll zur Herstellung von Rasenflächen Verwendung finden, dann muß als erstes eine Fremdartenreinheit der Trockenbeete hinsichtlich nachteiliger Dauerverunreinigungen gewährleistet sein. Das setzt entweder eine regelmäßige Erneuerung der Sandfilterschicht oder eine Entseuchung der Trockenbeete vor jeder Neufüllung voraus.

Zusammenfassung

1. Es wird über Versuchsanlagen zur Verwendung von kommunalem Trockenbeetschlamm im Grünflächen- und Rasensportplatzbau berichtet.
2. Versuchsdurchführung und Ergebnisse im Ansaatjahr werden dargestellt. Die Versuchsanlage teilt sich in eine Serie, in der Klärschlamm für nicht belastbare Rasenflächen zusammen mit Boden eingesetzt wurde und in eine andere, die Vegetationsgemische aus Sand und Klärschlamm bzw. Sand, Klärschlamm und Torf enthält.
3. Bei Gemischen aus Sand und Klärschlamm war die Auflauftrate der Ansaat geringer und die Narbenbildung zögernder als auf Kontrollvarianten aus Sand und Torf. Gemische aus Sand, Klärschlamm und Torf wiesen eine bessere Auflauftrate und eine schnellere Narbenbildung als Sand und Klärschlamm auf.
4. Bereits im Ansaatjahr trat eine nährstoffbedingte Wirkung des Klärschlammes ein. Sie äußerte sich besonders in der Versuchsserie, die Klärschlamm zusammen mit Boden enthielt. Bei den Sandgemischen war eine wirkungsabhängige Beziehung zur Herkunft des Trockenbeetschlammes zu ermitteln.
5. Besonders bei der Anwendung von Klärschlamm und Boden wurde ein besserer Rasenaspekt und eine dunklere Rasenfarbe festgestellt.
6. Wie es der Vergleich von Klärschlamm verschiedener Anlagen zeigt, können Fremdartenverunreinigungen auftreten, die zur Unterdrückung der Ansaatarten und somit zur Verfälschung der Rasenansaat führen. Dies ist dann der Fall, wenn der Filtersand der Trockenbeete nicht ausgetauscht oder nicht sterilisiert wird, so daß sich *Poa annua* ansiedelt, zum Fruchten kommt und mit Klärschlamm auf Vegetationsschichten übertragen wird.

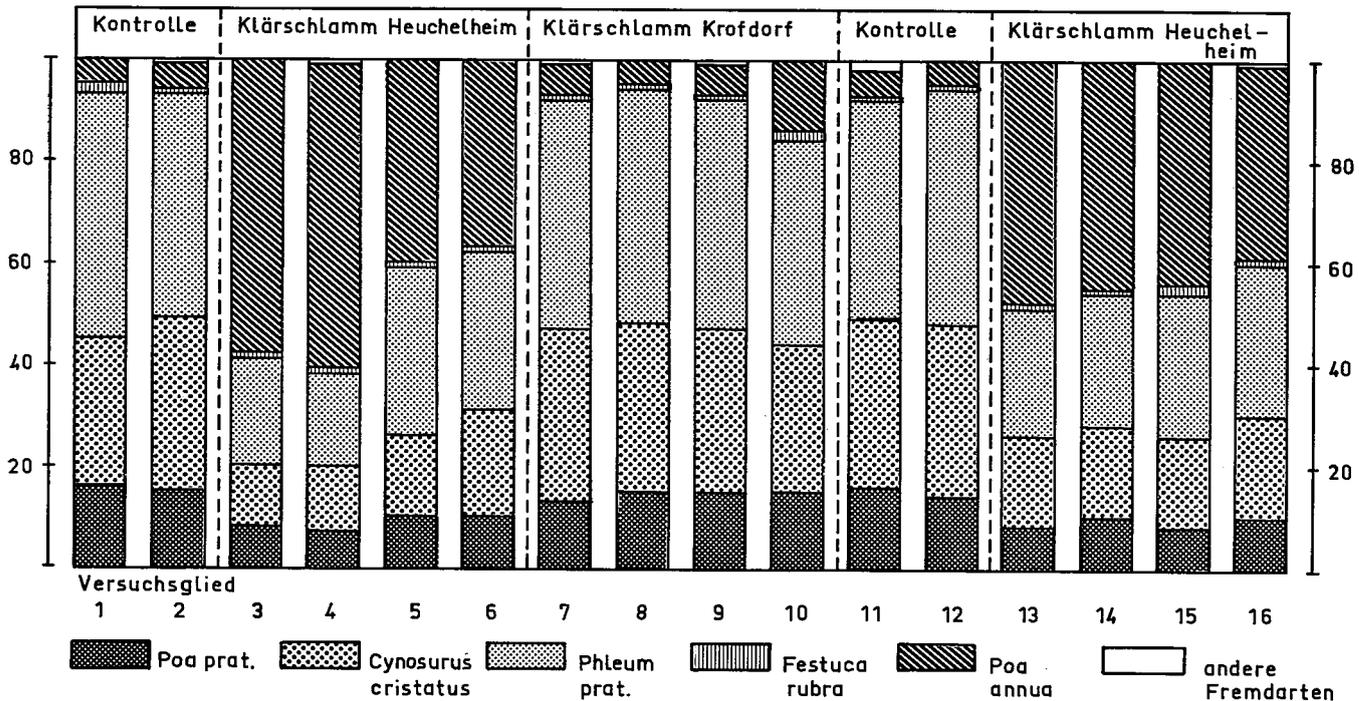
Darst. 13: Botanische Zusammensetzung der Rasendecke (in %)

Freilandversuch 2, N-Stufe 1 (Okt. 1974)



Darst. 14: Botanische Zusammensetzung der Rasendecke (in %)

Freilandversuch 2, N-Stufe 2 (Okt. 1974)



Summary

1. This is an account of experiments on utilization of semi-dried communal sewage sludge to the establishing of lawns and turf sports areas.
2. Details of the mode of implementing the experiments and the results obtained in the year of sowing are elaborated. The experimental programme consists of one series in which sewage sludge and soil were used on non-wear and tear turfs and of another in which vegetation mixtures of sand and sewage sludge or sand, sewage sludge and peat were used.
3. The use of sand and sewage sludge mixtures resulted in a lower seed emergence rate and a delayed sward formation when compared to the use of sand and peat in the control experiments. Mixtures of sand and sewage sludge resulted in a lower seed emergence rate and a delayed sward formation when compared with mixtures of sand and peat in the control.
4. During the year of sowing the sewage sludge proved already highly effective because of its nutrient content. This was particularly obvious in those experiments where sewage sludge and soil had been applied. In the sand mixtures it depended on the origin of the semi-dried sludge to what extent it was effective.
5. A better turf aspect and a darker colour of the turf were noticed especially after the application of sewage sludge and soil.
6. A comparison of sewage sludges from different sewage disposal works showed that impurities caused by foreign species may occur, by which the seed sown may possibly be suppressed and the sown turf seed adulterated. This happened every time the filter sand of the sewage beds was not exchanged or sterilized, because then *Poa annua* settles, bears fruit and is transferred together with sewage sludge onto the vegetation layers.

Einige Hinweise zur Verbreitung, Systematik und Biologie von *Poa supina* Schrad.

N. Lütke Entrup, Kleve-Kellen

Poa supina Schrad. zeichnet sich unter natürlichen Wachstumsbedingungen durch ein vorwiegend vegetatives Verhalten aus. Durch die intensive Ausläufer- und Blatttriebbildung wird rasch eine dichte und regenerationsfähige Narbe gebildet, so daß diese Art aufgrund ihrer Eigenschaften nach entsprechender züchterischer Bearbeitung als Rasengras Verwendung finden könnte. Nachteilig wirkt sich die sehr früh einsetzende Winterruhe im Rasenaspekt bei *Poa supina* aus, die aber bei einzelnen Ökotypen verschieden stark ausgeprägt ist (SKIRDE 1971). Aufgrund der großen Variabilität zwischen den Herkünften besteht jedoch durchaus die Möglichkeit auf züchterischem Wege diese negative Eigenschaft zu mindern und *Poa supina* zu einem brauchbaren Rasengras zu entwickeln. Bemühungen in dieser Hinsicht kommen dadurch zum Ausdruck, daß bereits 2 Sorten dieser Art vom Bundessortenamt in die Sortenliste aufgenommen wurden. Im Hinblick auf diesen Sachverhalt erscheint es zweckmäßig, die Verbreitung und Biologie von *Poa supina* kurz darzustellen und so zur genaueren Kenntnis dieser Art beizutragen.

1. Verbreitung und Systematik

Nach den Angaben von KLAPP (1965) und SCHMEIL-FITSCHEN (1962) ist *Poa supina* vorwiegend in den Alpen und hohen Mittelgebirgslagen verbreitet. LENSKI und LUDWIG (1964) fanden diese Art auch häufig in Mittel- und Nordhessen sowohl in den höheren Lagen der basaltischen Gebirge als auch auf tiefer gelegenen Standorten (bis 200 m). In großen Teilen des Rheinischen Schiefergebirges dagegen wurde *Poa supina* bisher noch nicht gefunden. LENSKI und LUDWIG (1964) vermuten daher (ähnlich wie FRÖHNER, 1964, zit. bei LENSKI und LUDWIG, 1964), daß diese Art kontinentale Züge im Arealbild aufweist.

Ihren natürlichen Standort hat *Poa supina* hauptsächlich auf Ruderalstellen (Trittstellen, Lägerfluren) und auf frischen, nährstoff(stickstoff)-reichen, sandigen oder reinen Lehm- und Tonböden (ROTHMALER 1972). Nach OBERDORFER (1970) ist *Poa supina* lokal eine Charakterart des Alchemillo-Poetum supinae (*Polygonion avicularis*) und auch im Rumicion alpini (subalpine bis alpine Lägerfluren), in beweideten Salicetea

herbaceae (Schneerand-Gesellschaften) oder in Montio-Cardaminea-Gesellschaften (Quellfluren) anzutreffen.

Im Unterschied zu *Poa annua* besitzt *Poa supina* keine kosmopolitische Verbreitung, obwohl enge verwandtschaftliche Beziehungen zwischen beiden Pflanzenarten bestehen. Nach Untersuchungen von NANNFELDT (1935) und TUTIN (1952) ist *Poa annua* ein amphidiploider Bastard von *Poa infirma* und *Poa supina*, in dem sich die Einjährigkeit der einen und die Mehrjährigkeit der anderen Art vereinen (TIMM 1965). Aus diesem engen Verwandtschaftsgrad ist auch die morphologische Ähnlichkeit zwischen *Poa annua* und *Poa supina* zu erklären und damit die Tatsache, daß *Poa supina* in älterer floristisch-taxonomischer Literatur (HEGLI 1925, SCHMEIL-FITSCHEN 1962) oft als eine Subspecies von *Poa annua* L. aufgeführt ist, während sie nach neueren Veröffentlichungen (TIMM 1965, OBERDORFER 1970, ROTHMALER 1972, EHRENDORFER 1973) als eine selbständige Art angesehen wird.

Diese Auffassung läßt sich auch an unserem Untersuchungsmaterial von *Poa supina* durch phäno- und genotypische Abweichungen der beiden Pflanzen voneinander erhärten.

Einschränkend muß aber zu den Ergebnissen der am Institut für Pflanzenbau der Universität Bonn durchgeführten Untersuchungen hinzugefügt werden, daß die Bestimmungsmerkmale an *Poa supina* nur an wenigen Herkünften festgestellt wurden und somit nur begrenzte Aussagekraft besitzen.

Als deutsche Bezeichnung für *Poa supina* wird von KLAPP (1965) und ROTHMALER (1972) der Begriff „Lägerrispengras“ verwendet, der auf das starke Auftreten dieses Grases in Lägergesellschaften hinweist; OBERDORFER (1970) dagegen verwendet die Bezeichnung „Niederliegendes Rispengras“, wodurch ein Hinweis auf die Wuchsform gegeben wird.

2. Biologie

Bei *Poa supina* handelt es sich um eine ausdauernde oder mehrjährige Art mit einer Wuchshöhe bis zu 30 cm und zahlreichen vegetativen Kriechtrieben. Ihrem Habitus entsprechend kann sie als kriechender, sehr wüchsiger Typ bezeichnet werden. Vegetative Triebe sind schwach und niederliegend, mit 3–9 Knoten versehen und an den unteren Knoten können unter günstigen Wachstumsbedingungen wieder neue Wurzeln und Triebe gebildet werden. Ein häufig gegensätzliches Verhalten hierzu zeigt *Poa annua*, da an den Knoten wurzelnde Triebe bei dieser Art meistens fehlen oder, wenn wurzelnde Triebe vorhanden sind, diese wesentlich kürzer als bei *Poa supina* sind.

Die Blätter bei *Poa supina* haben eine grüne bis hellgrüne Farbe und sind unbehaart, die Blattscheiden sind gekielt, etwas zusammengedrückt und glatt. Das Blatthäutchen ist an sterilen Sprossen kurz (0,3–1 mm), weißlich, dünnhäutig, glattrandig und von der Seite her kaum, wohl aber von schräg oben her sichtbar. Vor der Mitte der Blattspreite ist es am höchsten und zeigt an dieser Stelle eine mehr oder weniger ausgebildete feine Spitze. Die Länge des Blatthäutchens ist ein gutes Unterscheidungsmerkmal zu *Poa annua*, deren Blatthäutchen meist über 2 mm lang und von der Seite her gut sichtbar ist.

Die Blattspreite verläuft bei *Poa supina* vom Blattgrunde her allmählich an Breite abnehmend und endet in einer feinen Kahnschuppe. Die Blattbreite beträgt 1–7 mm, wobei sich die größte Blattbreite am Blattgrunde befindet. Die Blattspreiten sind bis zu 12 cm lang, entweder gefaltet oder geöffnet und in noch jungem Zustand mit einer deutlichen Querwellung im oberen Drittel oder bis zur Mitte versehen. Die Blätter sind an den Rändern glatt und auf der Mittellinie der Blattunterseite mit einem Blattkiel ausgestattet.

Generative Triebe haben einen Durchmesser von 0,5–2,5 mm, sind im Querschnitt rund und in der Wuchsform knickig oder aufrecht aufsteigend oder auch niederliegend. Die Rispen (1,0–4,5 cm lang) bilden ein nahezu gleichseitiges Dreieck mit einem Verhältnis von Rispenlänge zu Rispenbreite von etwa 1:1. Die Infloreszenzen sind locker und offen mit ausgedehnter Verästelung und allseitswendiger Richtung im Raum. Abästungen 1. Ordnung von der Infloreszenzachse stehen vorwiegend in Paaren oder allein, die unterste Abästung ist dagegen meist einzelständig. Die Stielchen sind 0,5–5 mm lang. Die Ährchen besitzen eine ovale bis längliche Form von 2–6 mm Länge, sind 3–5blütig und mehr oder weniger flachgedrückt.

Die Hüllspelzen von *Poa supina* sind auf den Rückenpartien grün, nach außen hin violett bis dunkelrot überlaufen und an den Rändern dünnhäutig und durchscheinend. Während die untere Hüllspelze 1,5–2 mm lang, von länglicher Form und 1-nervig ist, ist die obere 2–3 mm lang, bauchiger, nach den Seiten hin ausgeformter und mit 3 Nerven versehen. Beide Hüllspelzen sind in der oberen Hälfte des Kiels mit Zähnen oder Haken versehen, die alle zur Spitze der Spelze ausgerichtet sind.

Die Deckspelzen sind 2–3,5 mm lang, ziemlich bauchig, überlappend und mit einem breiten Hautrand versehen; sie umschließen den Samen und die Vorspelze. Ihr Umriss ist mehr elliptisch als länglich. Von den 5 Nerven sind Mittelnerve und Randnerven bis oberhalb der Mitte behaart, während die beiden übrigen und auch die Flächen zwischen den Nerven unbehaart sind (Abbildung 1a).

Ein sicheres Unterscheidungsmerkmal im Vergleich zu *Poa annua* ist die Behaarung der Deckspelzen bei *Poa supina* allerdings nicht. Denn nach den Untersuchungen von NANNFELDT (1935) und TUTIN (1952) besitzt dieses Merkmal bei *Poa annua* eine große Variationsbreite, die von völliger Kahlheit bis zu einer der *Poa supina* entsprechenden Behaarung reicht.

In der Farbausprägung ähneln die Deckspelzen den Hüllspelzen.

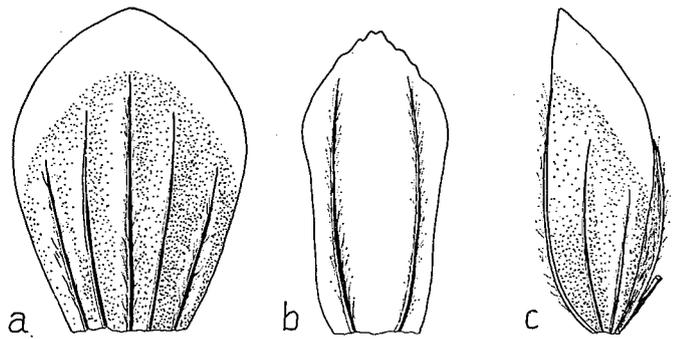


Abb. 1: Spelzenmerkmale von *Poa supina*

- a) Deckspelze
- b) Vorspelze
- c) Spelzfrucht

Die Vorspelzen sind feiner als die Deckspelzen, nicht so bauchig und etwas kürzer und mit zwei in ganzer Länge behaarten Nerven ausgestattet (Abbildung 1b).

Die Staubbeutel sind etwa 2 mm (1,7–2,5 mm) lang, gelblich und auch zum Teil violett bis dunkelrot überlaufen. Hierin liegt ein sicherer Unterschied zu *Poa annua*, deren Staubbeutel etwa 1 mm (0,7–1,3 mm) lang sind.

Die Samen sind von der Deck- und Vorspelze umschlossen, lösen sich aber bei der Reife leicht aus den Spelzen. Die Spindelbruchstücke an den Spelzfrüchten sind bei *Poa supina* (Abbildung 1c) im Mittel kürzer als bei *Poa annua*.

In der Farbabstufung der Deckspelzen liegt aber eine Unterscheidungsmöglichkeit zwischen den beiden Arten vor. Während *Poa supina* eine purpurbraune Farbe der Deckspelzen aufweist, ist diese bei *Poa annua* als blaß zu bezeichnen.

Eine sichere Methode zur Unterscheidung von *Poa supina* und *Poa annua* besteht in der Feststellung der Chromosomenzahl. *Poa supina* hat einen Chromosomensatz von $2n = 14$, während *Poa annua* als amphidiploider Bastard von *Poa infirma* und *Poa supina* eine Chromosomenzahl von $2n = 28$ aufweist.

Die Blütezeit von *Poa supina* liegt für den Standort Bonn im April. Der Reifezustand ist etwa 3–4 Wochen nach dem Blühen erreicht.

Im Gegensatz zu *Poa annua*, die nahezu ganzjährig blühend angetroffen werden kann, ist die Blühperiode bei *Poa supina* kurz und sie erreicht das Blühstadium nur einmal im Jahr.

An natürlichen Standorten ist *Poa supina* häufig vergesellschaftet mit *Poa annua* anzutreffen. Der aus der Kreuzung dieser Arten entstehende Bastard *Poa x nannfeldtii* ($2n = 21$) ist an der Länge der Antheren zu erkennen, „wenn man für jede Pflanze den Mittelwert aus einer Anzahl Messungen“ bestimmt (LENSKI und LUDWIG 1964). Ferner öffnen sich die

Pollensäcke der Elternarten spontan und werden rasch entleert, während die der Hybriden geschlossen bleiben und gar keinen oder verkümmerten Pollen enthalten. In der Wuchsform ähnelt *Poa x nannfeldtii* weitgehend dem Elternteil *Poa annua*, während *Poa supina* im Gegensatz dazu in der Lage ist, ausgedehnte Rasen zu bilden (LENSKI und LUDWIG 1964).

3. Zusammenfassung

Die perennierende Grasart *Poa supina* wird erst seit wenigen Jahren im Hinblick auf ihre Verwendungsfähigkeit als Rasengras geprüft. Aufgrund ihrer intensiven Ausläufer- und Blatttriebbildung erscheint sie für Rasenanlagen verschiedenster Nutzungsrichtungen nach entsprechender züchterischer Bearbeitung durchaus verwendungsfähig zu sein. Da *Poa annua* und *Poa supina* morphologisch nur schwer zu erkennen sind, wurde mit dem vorliegenden Beitrag versucht zur genaueren Kenntnis dieser Art beizutragen.

Verbreitet ist *Poa supina* vorwiegend in den Alpen und hohen Mittelgebirgslagen, aber auch auf tiefer gelegenen Standorten ist sie gefunden worden. Vorwiegend befindet sie sich auf stark betretenen und gut mit Nährstoffen versorgten Flächen.

Aus dem engen Verwandtschaftsgrad erklärt sich die morphologische Ähnlichkeit von *Poa annua* und *Poa supina*. Deshalb wurden einige arttypische Merkmale von *Poa supina* herausgestellt, um eine Vergleichsbasis zu *Poa annua* zu schaffen. Die wichtigsten Unterscheidungsmerkmale sind die Wuchsform, die Länge des Blatthäutchens, die Antherenlänge, die Deckspelzenfarbe und -behaarung (das letztere allerdings ein wenig sicheres Merkmal) sowie die Chromosomenzahl. Hinzu kommt noch, daß *Poa supina* nur einmal im Jahr zur Blüte kommt. Auf die Möglichkeit des Vorkommens und der Bestimmung von Artbastarden (*Poa x nannfeldtii*) zwischen *Poa annua* und *Poa supina* wird hingewiesen.

4. Literaturverzeichnis

1. Ehrendorfer, F., 1973: Liste der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 318 S.

2. Hegl, G., 1935: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. J. F. Lehmanns Verlag, Bd. 1, 2. Aufl., München, 528 S.
3. Klapp, E., 1965: Taschenbuch der Gräser. Paul Parey, Berlin und Hamburg, 260 S.
4. Lenski, I. und W. Ludwig, 1964: *Poa supina* und *Poa annua x supina* in Hessen. Hessische floristische Briefe. Verlag: Institut für Naturschutz der hessischen Landesstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Darmstadt. Jg. 13, Brief 154, S. 41–50.
5. Nannfeldt Av. J. A. 1935: *Poa supina* Schrad. I Sverige och dess kittels förbisseda hybrid med *P. annua* L. Bot. Not. Lund, S. 1–6.
6. Oberdorfer, E., 1970: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. Eugen Ulmer, Stuttgart, 987 S.
7. Rothmaler, W., 1972: Exkursionsflora (Gefäßpflanzen). Volk und Wissen. Volkseigener Verlag Berlin, 612 S.
8. Schmeil, O. und J. Fitschen, 1962: Flora von Deutschland. Quelle und Meyer, Heidelberg, 549 S.
9. Skirde, W., 1971: Beobachtungen an *Poa supina* Schrad. Rasen - Turf - Gazon 2, 58–62.
10. Timm, G., 1965: Beiträge zur Biologie und Systematik von *Poa annua* L. Z. Acker- und Pflanzenbau 122, 267–294.
11. Tutin, T. G., 1952: Origin of *Poa annua* L. Nature 169, S. 160.

Summary

Poa supina is a species which finds in recent years interest as a turf grass because of its intensive tillering and its ability to propagate by stolons. It is morphological rather similar to *Poa annua*, the main differences are dealt with in the paper. These refer to the length of the ligule and the length of the anthers, the colour and the hairiness of the lemma as well as the number of chromosomes ($2n = 14$). *Poa supina* flowers only one time in a year.

Einsatz verschiedener Düngemittel auf Gebrauchsrasen

Bericht über den II. Rasendüngungsversuch der Deutschen Rasengesellschaft

W. Opitz v. Boberfeld und P. Boeker, Bonn

1. EINLEITUNG

Von 1969 bis 1973 wurde ein zweiter Rasendüngungsversuch von der DEUTSCHEN RASENGESELLSCHAFT an mehreren Standorten durchgeführt. Da u. a. auch die Rasendünger nicht in dem Umfang wie die landwirtschaftlichen Düngemittel dem Düngemittelgesetz unterliegen, war das Ziel des Versuchs, ähnlich wie das des ersten Rasendüngungsversuches (HANSEN, SIEBER, MÜSSEL, 1969), die im Handel befindlichen Rasendünger einer Prüfung im Hinblick auf ihre Wirkung zu unterziehen. Diese Auswertung basiert auf den Einzelberichten, die nach jeder Vegetationsperiode von den Versuchsanstellern der DEUTSCHEN RASENGESELLSCHAFT zugeleitet wurden.

2. MATERIAL UND METHODIK

2.1. Standorte

Der zweite Rasendüngungsversuch wurde an insgesamt sieben

Tabelle 1: Kennzeichnung der Standorte

Orte	Rasen	B o d e n		K l i m a	
		Art	Reaktion (KCl)	Niederschlag	Temperatur
Weihenstephan	Ansaat	sL	pH 6,8	830 mm	7,3 °C
S.-Hohenheim	ältere Narbe	L	pH 6,7	685 mm	8,5 °C
Berlin	Ansaat	1S	pH 6,2	585 mm	8,7 °C
Hamburg	Ansaat	1S	pH 5,6	750 mm	9,0 °C
Wolbeck	ältere Narbe	1S	pH 5,8	737 mm	9,1 °C
Essen	ältere Narbe	L	pH 6,8	933 mm	9,6 °C
Bonn	Ansaat	sL	pH 6,8	660 mm	9,8 °C

Standorten angelegt, und zwar in Hamburg am Institut für Angewandte Botanik¹), in Berlin am Institut für Landschaftsbau²), in Wolbeck bei Münster in der Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau³), in Essen an der Lehr- und Versuchsanstalt für Garten-, Landschaftsbau und Friedhofsgärtnerei⁴), in Bonn am Institut für Pflanzenbau⁵), in Stuttgart-Hohenheim an der Staatsschule für Gartenbau und Gartenbauwirtschaft⁶) und in Freising-Weihenstephan am Institut für Stauden, Gehölze und angewandte Pflanzensoziologie⁷). Einen Überblick über die Standortseigenschaften vermittelt die Tabelle 1. Bei den Klimadaten handelt es sich um langjährige Mittelwerte, bei denen allerdings keine einheitliche Periode zugrunde liegt. Die Angaben für die Bodenreaktion beziehen sich auf den Versuchsbeginn. Die Saatmischung an den vier Standorten, wo eine Ansaat erfolgte, wurde aus einer Partie entnommen. Die Mischung setzte sich aus folgenden Gewichtsanteilen zusammen

2.2. Dünger

45 % *Poa pratensis* MERION

5 % *Agrostis tenuis* HIGHLAND BENT.

25 % *Festuca rubra rubra* OASE

25 % *Festuca rubra commutata* TOPIE

Damit eine Vergleichbarkeit gewährleistet ist, wurden bei dieser Auswertung nur Dünger bewertet, die über sämtliche Jahre hinweg geprüft wurden. Insgesamt erfüllen 17 verschiedene Dünger diese Forderung. Zusätzlich ist eine Standard-Variante, bestehend aus schwefelsaurem Ammoniak, Superphosphat und

Tabelle 2: Düngevarianten

Nr.	Dünger	Nährstoffverhältnis			Teilgaben
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1.	Nitrophoska permanent	1	0,60	1,00	2
2.	Cornufera	1	0,30	0,50	3
3.	Park Rasendünger	1	0,25	0,25	3
4.	Park Rasendünger mit Unkrautvernichter	1	0,25	0,25	3
5.	Rasenfloranid	1	0,25	0,50	3
6.	VD 85	1	0,31	0,31	3
7.	VD 85 mit Herbizidzusatz	1	0,31	0,31	3
8.	Compo-Rasendünger mit echtem Guano	1	0,24	0,40	4
9.	Gelon	1	0,17	0,33	4
10.	Gramino	1	0,31	0,75	4
11.	Hesa-Rasendünger	1	0,31	0,23	4
12.	Mannadur	1	0,43	0,57	4
13.	Nitrophoska blau extra	1	1,00	1,67	4
14.	Rizinusschrot	1	0,42	0,25	4
15.	Sanguano	1	0,42	0,63	4
16.	Super-Gramino mit Peraform	1	0,33	0,67	4
17.	Wolf-Superrasendünger	1	0,11	0,08	4
18.	Standard	1	0,33	0,20	5
19.	ungedüngt	0	0	0	-

schwefelsaurem Kali, sowie eine ungedüngte Variante in dem Vergleich enthalten. Die Namen und das Nährstoffverhältnis der Dünger sind der Tabelle 2 zu entnehmen. Zu Beginn einer jeden Vegetationsperiode wurden die Präparate auf den von den Herstellern angegebenen Nährstoffgehalt hin untersucht. Bei dieser Überprüfung ergaben sich nur unwesentliche Abweichungen.

Im Hinblick auf die Höhe und Anzahl der Teilgaben richtete man sich weitgehend nach den Anweisungen der Hersteller. Die Höhe der Jahresabgabe betrug einheitlich für sämtliche Düngemittel 20 g N/m². Die Anzahl der Teilgaben lag zwischen zwei und fünf Gaben je Jahr – Tabelle 2. Im Hinblick auf den Streutermin wurden die einzelnen Produkte an den verschiedenen Standorten einheitlich behandelt. Bei Düngern mit Herbizidzusätzen wurden zwei Teilgaben mit und die restlichen Gaben ohne Herbizidzusatz mit allerdings sonst dem gleichen Präparat verabreicht. Sämtliche Teilgaben wurden in der Vegetationszeit gegeben. Der Schnitt wurde entsprechend dem Rasentyp durchgeführt und das Schnittgut entfernt.

2.3. Bewertung

Die Bonituren wurden an den einzelnen Standorten einheitlich nach dem in Weihenstephan (HANSEN, SIEBER, MÜSSEL, 1969) entwickelten Bonitieringsschema, nach dem bereits im ersten Rasendüngungsversuch der DEUTSCHEN RASENGESSELLSCHAFT beurteilt wurde, durchgeführt. Dichte, Homogenität und Unkrautbesatz wurden in den Noten 1 bis 5, Farbe in der Abstufung von 1 bis 3 zum Ausdruck gebracht, wobei der

Tabelle 4: Farbe

Ort	Jahr	Park-Rasendünger	Park-Rasendünger mit Unkrautvernichter	Nitrophoska blau extra	Compo-Rasendünger mit echtem Guano	Wolf-Superrasendünger	Standard	Gelon	Gramino	Mannadur	Rasenfloranid	Rizinusschrot	VD 85 mit Herbizid	VD 85	Sanguano	Hesa-Rasendünger	Nitrophoska permanent	Cornufera	Supergramino	ungedüngt	x̄ Jahre/Orte	
Bonn	1969	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00
	1970	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.5	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.11
	1971	1.8	1.8	1.6	1.8	1.8	2.0	1.7	1.6	1.8	2.0	1.9	2.0	1.9	1.9	2.0	1.7	1.8	2.0	3.0	3.0	1.90
	1972	1.2	1.2	1.3	1.4	1.3	1.6	1.3	1.1	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.5	1.3	1.5	1.4	1.4	3.0	3.0	1.43
	1973	2.1	2.1	2.0	1.8	2.3	1.7	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0	2.2	2.2	2.0	2.2	2.3	2.9	2.12
Wolbeck	1969	1.4	1.6	1.4	2.0	1.4	1.5	1.3	1.1	1.7	1.8	1.9	1.6	1.8	1.4	1.9	2.3	1.7	2.0	2.6	2.6	1.71
	1970	1.5	1.5	1.8	1.5	1.4	1.7	1.5	1.4	1.5	1.7	1.5	2.0	1.5	1.5	1.5	1.8	1.5	2.0	2.9	2.9	1.67
	1971	1.4	1.5	1.5	1.1	1.7	1.5	1.3	1.8	1.5	1.4	1.7	2.0	2.0	1.4	1.7	1.9	1.4	2.4	3.0	3.0	1.69
	1972	1.1	1.1	1.1	1.2	1.0	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.4	1.4	1.3	1.4	1.3	3.0	3.0	1.28
	1973	1.2	1.4	1.2	1.2	1.2	1.4	1.1	1.5	1.5	1.2	1.2	1.4	1.2	1.3	1.4	1.6	1.5	1.5	2.7	2.7	1.41
Hohenheim	1969	1.3	1.3	1.4	1.0	1.7	1.4	1.5	1.5	1.7	1.1	1.4	1.4	1.3	1.8	1.5	1.0	1.8	1.8	2.7	2.7	1.51
	1970	1.1	1.1	1.2	1.4	1.4	1.6	1.3	1.4	1.6	1.1	1.4	1.3	1.3	1.7	1.6	1.2	1.7	1.7	2.6	2.6	1.46
	1971	1.7	1.6	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.7	1.7	1.4	1.9	1.7	2.1	2.1	1.71
	1972	1.6	1.6	1.5	1.6	1.8	1.6	1.5	1.6	1.6	1.8	1.9	1.7	1.8	1.8	1.9	1.8	1.9	1.9	3.0	3.0	1.79
	1973	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.4	1.5	1.5	1.6	1.7	1.7	1.7	1.8	1.6	1.7	1.6	1.9	1.8	2.3	2.3	1.65
Hamburg	1969	1.1	1.5	1.8	1.8	1.9	1.7	1.8	1.9	1.9	1.1	1.7	1.3	1.6	1.6	2.0	1.5	1.6	2.0	2.8	2.8	1.72
	1970	1.4	1.4	1.6	1.6	1.4	1.5	1.3	1.3	1.6	1.6	1.3	1.6	1.9	1.5	1.7	1.3	1.7	2.0	3.0	3.0	1.62
	1971	1.1	1.0	1.2	1.3	1.0	1.2	1.3	1.3	1.1	1.2	1.5	1.4	1.6	1.3	1.4	1.7	1.2	1.7	3.0	3.0	1.39
	1972	1.9	1.8	1.9	2.0	1.0	2.4	2.0	1.8	1.8	1.7	2.4	2.1	2.1	2.2	2.2	1.9	2.2	2.1	3.0	3.0	1.97
	1973	1.1	1.1	1.3	1.2	1.0	1.2	2.2	1.9	1.4	1.6	2.0	1.4	1.8	1.6	2.0	2.2	1.8	2.0	3.0	3.0	1.67
Weihenstephan	1969	1.2	1.5	2.1	2.1	2.1	1.7	2.0	2.0	2.4	2.6	2.0	1.8	1.8	2.1	2.1	2.2	2.4	2.3	2.3	2.3	2.04
	1970	1.6	1.5	1.6	1.8	1.9	1.6	1.9	1.5	1.9	1.8	1.7	1.6	1.7	1.9	1.8	1.8	1.4	2.1	2.4	2.4	1.76
	1971	1.5	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5	1.6	1.5	1.6	1.5	1.6	1.6	1.6	1.7	1.5	1.7	2.1	2.1	1.58
	1972	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.5	1.3	1.4	2.5	2.5	1.37
	1973	1.6	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	1.6	2.1	1.7	1.8	2.8	2.8	1.84
Essen	1969	1.7	1.6	2.1	2.1	1.7	1.6	2.0	2.2	2.2	2.0	2.5	2.0	1.8	2.1	2.2	2.1	2.5	2.1	3.0	3.0	2.08
	1970	1.1	1.1	1.2	1.3	1.6	1.1	1.4	1.4	1.4	1.2	1.4	1.5	1.3	1.7	1.5	1.7	1.5	1.5	2.0	2.0	1.42
	1971	1.3	1.2	1.3	1.1	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.6	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	1.4	1.1	1.3	2.3	2.3	1.34
	1972	2.0	2.1	1.6	1.9	1.8	1.7	1.9	1.9	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	2.1	1.9	1.7	2.3	2.1	2.9	1.96
	1973	2.4	2.0	1.3	2.1	2.1	1.4	1.8	2.1	1.4	2.1	1.9	1.8	1.5	1.6	2.1	1.9	2.0	1.6	3.0	3.0	1.90
Berlin	1969	1.9	2.4	1.5	1.5	1.7	2.0	1.5	1.7	2.0	1.2	1.5	1.5	2.2	1.7	1.7	1.7	2.2	2.0	2.4	2.4	1.81
	1970	1.7	1.7	1.6	1.1	1.8	1.9	1.3	1.8	1.9	1.2	1.1	1.8	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9	3.0	3.0	1.74
	1971	1.6	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.8	1.8	1.7	2.2	1.7	2.1	1.7	1.7	1.8	2.2	2.1	1.8	3.0	3.0	1.88
	1972	1.4	1.6	1.6	1.6	1.4	1.8	1.4	1.6	1.3	2.3	1.8	1.8	1.6	1.6	1.7	2.1	1.6	1.7	3.0	3.0	1.73
	1973	1.7	1.7	1.8	1.7	2.0	1.5	1.7	1.7	1.6	2.4	1.8	2.1	2.1	1.7	1.7	1.9	2.2	1.9	3.0	3.0	1.91
x̄ Dünger		1.47	1.50	1.51	1.54	1.55	1.56	1.56	1.57	1.60	1.61	1.61	1.63	1.63	1.65	1.70	1.70	1.72	1.79	2.66	2.66	1.66

GD 5% Dünger/Jahre = 0,56

Tabelle 3: Varianzanteile und F-Test für die Eigenschaften Farbe, Verunkrautung, Narbendichte und Homogenität

Eigenschaft	Farbe					Verunkrautung					Narbendichte					Homogenität				
	Varianzursache	FG	Var.Ant./F-Test				Var.Ant./F-Test	Var.Ant./F-Test				Var.Ant./F-Test	Var.Ant./F-Test				Var.Ant./F-Test			
Düngemittel	18	37,47 ⁺⁺				3,69 ⁺⁺	11,25 ⁺⁺				40,32 ⁺⁺	42,82 ⁺⁺				82,24 ⁺⁺				
Jahre	4	17,53 ⁺⁺				11,25 ⁺⁺	79,77 ⁺⁺				40,32 ⁺⁺	42,82 ⁺⁺				82,24 ⁺⁺				
Orte	6	17,77 ⁺⁺				79,77 ⁺⁺	42,82 ⁺⁺				82,24 ⁺⁺	1,92 ⁺⁺				6,30 ⁺⁺				
Düngemittel x Jahre	72	1,00 ⁺⁺				0,21	0,24				0,33	0,65 ⁺⁺				8,34 ⁺⁺				
Düngemittel x Orte	108	1,15 ⁺⁺				0,46 ⁺⁺	1,10 ⁺⁺				0,65 ⁺⁺	8,34 ⁺⁺				0,22				
Jahre x Orte	24	24,41 ⁺⁺				4,52 ⁺⁺	11,09 ⁺⁺				8,34 ⁺⁺	0,22								
Rest	432	0,67				0,10	0,20				0,22									
Total	664																			

+ Signifikanz bei 5 % Grenzwahrscheinlichkeit
 ++ Signifikanz bei 1 % Grenzwahrscheinlichkeit

Wert 1 die jeweils beste Merkmalsausprägung bzw. dunklere Färbung kennzeichnet.

Am Ende der fünften Vegetationsperiode wurden an den Standorten Berlin und Bonn Bodenproben aus der Zone 0-10 cm, in Bonn zusätzlich aus dem Bereich 10-20 cm entnommen. Die pH-Werte wurden in einer 0,1n KCl-Lösung mit der Glaselektrode gemessen. Zur Kennzeichnung der Reaktionsverhältnisse wurden Korrelations- und Regressionskoeffizienten berechnet. Bei den Berechnungen wurde von den logarithmischen Angaben ausgegangen. Die Bestimmung des Gehaltes an pflanzenverfügbarer Phosphorsäure und pflanzenverfügba-

rem Kalium erfolgte mit der Doppellaktatmethode nach EGNER-RIEHM.

Die Prüfungen an den einzelnen Standorten waren als Blockanlage mit 3 bzw. 4 Blöcken angelegt. In den Jahresberichten, die dieser Auswertung zugrunde liegen, wurden die Mittelwerte über die Boniturtermine und Blöcke angegeben. Beim Test auf Signifikanz bei den Varianzanalysen wurde gegen die Interaktion höchster Ordnung getestet - Tabelle 3. Da das Datenmaterial nach dem zentralen Grenzwertsatz (HALD, 1962; SACHS, 1972; SNEDECOR, COCHRAN, 1962) erhoben wurde, werden die Daten bei den Varianz-, Korrelations- und Regres-

Tabelle 5: Verunkrautung

Ort	Jahr	Park-Rasendünger mit Unkrautvernichter	Standard	VD 85 mit Herbizid	Compo-Rasendünger mit echtem Guano	Park-Rasendünger	Gramino	Mannadur	Nitrophoska blau extra	Wolf-Superrasendünger	Cornufera	Rasenfloranid	Nitrophoska permanent	VD 85	Sanguano	Gelton	Supergramino	Hesa-Rasendünger	Rizinuschrot	ungedüngt	x Jahre/Orte																				
																						Bonn	1969	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	1970	1.0	1.0	1.0	1.3	2.0	1.0	1.0	1.7	1.0	1.0	1.7	1.0	1.3	1.7	1.0	1.3	1.3	1.3	2.2	1.36																				
	1971	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.0	1.3	1.0	1.3	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.1	1.9	1.15																				
	1972	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.2	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	2.5	1.11																				
	1973	1.2	1.2	1.1	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.5	1.1	1.2	1.1	1.2	1.0	1.1	1.1	1.2	2.7	1.25																				
Hohenheim	1969	1.3	1.8	1.3	1.8	1.6	1.9	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	2.3	1.5	1.9	2.3	1.9	2.3	2.2	2.0	1.86																				
	1970	1.1	2.0	1.4	1.9	1.7	2.2	2.3	1.7	2.2	2.3	2.2	2.5	1.9	2.3	1.8	2.5	2.1	2.5	2.1	2.04																				
	1971	1.2	1.4	1.6	1.8	1.5	1.5	1.8	1.8	1.5	1.3	1.5	1.2	1.6	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	1.5	1.46																				
	1972	1.0	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.1	1.2	1.0	1.1	1.2	1.0	1.2	1.1	1.0	1.0	1.4	1.13																				
	1973	1.0	1.0	1.4	1.1	1.1	1.3	1.5	1.3	1.2	1.2	1.0	1.5	1.4	1.5	1.5	1.3	1.2	1.2	2.2	1.33																				
Weihenstephan	1969	3.3	3.4	3.3	3.8	3.1	3.6	4.1	3.8	3.6	4.3	3.8	4.1	3.0	4.1	3.8	3.9	4.4	4.3	4.1	3.78																				
	1970	1.4	1.4	1.5	1.7	1.7	1.5	1.9	2.2	1.5	1.2	1.7	1.9	1.4	1.9	2.0	1.7	1.7	1.8	2.1	1.70																				
	1971	1.1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.5	1.3	1.2	1.1	1.2	1.2	1.2	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	2.2	1.29																				
	1972	1.1	1.1	1.3	1.3	1.4	1.3	1.6	1.4	1.4	1.3	1.4	1.3	1.2	1.8	1.6	1.8	1.5	1.7	3.5	1.53																				
	1973	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	1.7	1.4	1.8	2.9	1.6	2.2	1.4	2.4	1.9	2.0	4.5	1.87																				
Hamburg	1969	3.8	3.5	4.7	3.7	4.2	4.2	3.9	4.2	3.7	3.7	3.6	3.5	4.0	4.5	4.2	2.8	4.7	3.9	4.8	3.98																				
	1970	1.5	1.2	1.6	1.7	1.8	1.3	1.8	1.5	2.1	1.6	1.4	1.3	1.4	2.0	2.3	2.4	2.1	1.9	2.6	1.76																				
	1971	1.1	1.1	1.8	1.4	1.7	1.4	1.5	1.3	1.6	1.8	1.3	2.1	2.1	2.2	2.8	2.3	4.5	2.7	1.8	1.92																				
	1972	1.2	1.1	1.9	1.6	1.7	1.8	1.8	1.6	1.9	2.0	1.9	2.6	2.6	3.3	3.7	4.6	2.8	2.4	2.27																					
	1973	1.2	1.0	1.6	1.7	2.5	3.1	2.5	2.4	2.4	3.0	3.3	4.0	3.0	3.2	3.8	4.5	4.5	4.1	4.5	2.97																				
Berlin	1969	3.3	3.2	3.2	2.7	3.2	3.3	2.7	2.9	3.2	3.0	2.4	3.7	2.9	2.3	2.8	3.5	2.8	3.2	3.03																					
	1970	2.3	2.1	2.5	2.0	2.5	2.5	2.5	2.3	2.5	2.7	2.6	2.7	3.0	2.8	2.2	3.1	2.8	2.2	4.0	2.59																				
	1971	1.8	1.7	2.2	1.5	2.5	2.5	2.3	2.4	2.6	2.5	2.6	2.3	2.9	2.9	2.3	2.9	2.5	2.4	4.0	2.46																				
	1972	2.4	2.0	2.4	1.8	2.6	2.6	2.6	2.7	2.8	2.6	3.1	2.7	3.3	3.3	2.7	3.3	2.7	2.9	4.6	2.79																				
	1973	1.8	1.8	2.0	1.7	2.6	2.4	2.0	2.4	2.8	2.2	3.3	2.4	3.5	2.9	2.6	3.4	2.4	3.1	4.6	2.63																				
Wolbeck	1969	1.8	2.0	2.3	2.7	1.2	1.6	1.9	2.3	2.0	2.9	2.1	3.3	2.2	1.9	2.2	2.6	2.8	3.0	3.1	2.31																				
	1970	1.3	2.4	2.7	2.4	1.6	1.8	1.9	2.5	2.1	2.5	2.1	2.3	2.4	2.1	2.0	3.0	3.0	3.3	4.6	2.42																				
	1971	2.1	2.1	2.5	3.1	3.1	2.5	3.0	3.1	3.1	3.2	2.8	2.5	3.1	3.0	3.3	3.3	2.6	3.5	2.8	2.88																				
	1972	2.0	2.2	2.1	2.4	3.1	2.7	2.6	2.9	3.1	3.1	3.3	2.7	3.8	3.3	3.9	3.3	2.8	3.8	3.5	2.98																				
	1973	1.7	2.2	1.8	2.3	2.9	2.7	2.5	2.6	3.5	3.3	3.6	2.6	3.6	4.1	4.1	3.6	3.3	4.4	4.0	3.09																				
Essen	1969	3.4	3.6	3.3	3.7	4.5	4.6	4.4	4.7	5.0	5.0	4.8	4.6	4.7	4.8	4.8	4.6	4.7	5.0	5.0	4.48																				
	1970	3.4	3.1	3.8	4.5	4.5	4.3	4.8	4.6	4.5	4.0	4.5	4.6	4.7	4.7	4.7	4.6	4.7	5.0	4.3	4.38																				
	1971	2.1	2.1	3.1	3.1	3.5	4.1	4.1	3.6	4.1	3.8	4.3	4.3	4.1	3.9	4.6	4.1	4.4	4.9	4.5	3.83																				
	1972	2.4	2.4	2.6	2.8	3.6	4.1	3.9	3.9	4.4	3.8	4.3	4.1	4.1	3.9	4.4	4.4	4.1	4.4	4.4	3.79																				
	1973	2.3	2.0	2.5	3.4	4.2	4.6	4.4	4.8	4.9	4.6	4.7	4.8	4.8	4.8	4.8	4.9	4.8	4.9	5.0	4.27																				
x Dünger																						1.77	1.83	2.03	2.09	2.28	2.30	2.35	2.37	2.41	2.45	2.46	2.49	2.53	2.61	2.61	2.69	2.73	2.74	3.25	2.42

GD 5% Dünger/Jahre = 0,95

sionsanalysen umtransformiert verrechnet. Um von einheitlich behandelten Datenmaterial auszugehen, bleiben bei den Korrelations- und Regressionsanalysen die Daten der ungedüngten Variante unberücksichtigt. Sämtliche ermittelten funktionalen Zusammenhänge wiesen die höchste Signifikanz bei linearem Ansatz auf.

3. ERGEBNISSE

3.1. Dünger und Rasennarbe

Die Tabellen 3 sowie 4 bis 7 zeigen, daß die Düngemittel bei der Bonitur auf Farbe, Verunkrautung, Narbendichte und Homogenität an den einzelnen Standorten und in den einzelnen Jahren unterschiedlich beurteilt wurden, aus diesem Grunde werden nicht die Mittelwerte, sondern die Einzelwerte diskutiert. Die Einzelwerte sind geordnet nach Dünger bzw. Standort in den Tabellen 4 bis 7 zusammengestellt.

In den Faktor Standort gehen die Auswirkungen der Witterung an den Orten, des Alters der Narben, des Bodens, des Nährstoffniveaus sowie die subjektiven Einflüsse, die erfahrungsgemäß trotz Richtlinien an Bonituren gekoppelt sind, ein. Bei dem Faktor Jahre ist es ähnlich; hier kommt nicht nur der Effekt der Jahreswitterung und additive Einflüsse der Dünger zum Ausdruck, sondern bei längerer Laufzeit u. a. ebenso die Auswirkungen des Wechsels von Personal, das mit der Versuchsbetreuung beauftragt ist. Diese Punkte erschweren bzw. schränken eine Interpretation der Resultate, insbesondere bei geringen Unterschieden, ein. Allerdings ist davon auszugehen, daß trotz der Gegebenheiten stärkere Auswirkungen aufgrund einer unzureichenden Löslichkeit der Nährstoffe, phytotoxischer

Begleitstoffe oder einer ungünstigen Nährstoffkombination sich erfassen lassen müßten.

Die Tabellen 4 und 5 weisen aus, daß sämtliche geprüften Dünger einen durchweg signifikanten günstigen Einfluß gegenüber ungedüngt zeigen. In der Verunkrautung – Tabelle 5 – bestehen trotz der relativ guten Nährstoffversorgung auch zwischen den verschiedenen Düngern z. T. gesicherte Unterschiede. Diese Differenzen lassen sich nicht nur auf Herbizidzusätze einiger Produkte zurückführen, sondern auch auf Einflüsse, die auf der Wirkung der Dünger beruhen; auf diese Effekte wird im Abschnitt 3.3. Boden und Rasennarbe zurückzukommen sein. In der Relation der Gräserarten bestanden, abgesehen von der ungedüngten Variante, zwischen den einzelnen Varianten insgesamt keine sehr großen Abweichungen. Allerdings wird auch hier auf einige Aspekte im Abschnitt 3.3. noch eingegangen. Von dem Versuchsstandort Bonn wurde bereits früher über Wurzelgewichtsfeststellungen, die diesen Versuch entstammen, berichtet (OPITZ v. BOBERFELD, BOEKER, 1973); diese Resultate stehen in gewissem Einklang mit den Ergebnissen der Bonitur.

Die Varianzen bei den Eigenschaften Narbendichte und Homogenität sind innerhalb einzelner Standorte und Jahre relativ klein – Tabellen 6 und 7. Insbesondere bei der Eigenschaft Homogenität hebt sich selbst die ungedüngte Variante kaum ab; hier sowie bei der Berücksichtigung anderer Ergebnisse (HANSEN, SIEBER, MÜSSEL, 1969) stellt sich die Frage, ob diese Eigenschaft bei Düngungsversuchen eine ausreichende Aussagekraft besitzt.

Um weiteren Aufschluß über die Auswirkung des N/P/K-Ver-

Tabelle 6: Narbendichte

Ort	Jahr	Park-Rasendünger	Nitrophoska blau extra	Wolf-Superrasendünger	Rasenfloranid	VD 85 mit Herbizid	Park-Rasendünger mit Unkrautvernichter	Cornufera	Gramino	Compo-Rasendünger mit echtem Guano	Mannadur	Standard	VD 85	Nitrophoska permanent	Sanguano	GeLon	Rizinusschrot	Supergramino	Hexa-Rasendünger	ungedüngt	\bar{x} Jahre/Orte
Bonn	1969	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00
	1970	1.0	1.0	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.3	1.0	1.0	1.7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.07
	1971	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.01
	1972	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00
	1973	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00
Wolbeck	1969	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.1	1.3	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.07
	1970	1.2	1.4	1.3	1.2	1.5	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.3	1.3	1.6	1.1	1.7	1.4	1.3	1.2	1.4	1.33
	1971	1.8	1.6	1.9	1.6	1.7	1.6	1.7	1.7	1.3	1.6	1.7	2.0	1.6	1.6	1.5	1.7	2.0	1.6	2.3	1.71
	1972	1.2	1.0	1.2	1.3	1.0	1.0	1.3	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.4	1.2	1.3	1.0	1.4	2.3	1.21
	1973	1.2	1.0	1.3	1.3	1.2	1.3	1.2	1.2	1.0	1.0	1.0	1.2	1.5	1.0	1.4	1.2	1.5	1.5	2.1	1.27
Essen	1969	1.7	1.8	1.4	1.8	1.8	1.8	1.6	1.8	2.1	1.8	1.5	1.7	1.7	2.1	2.0	2.4	1.7	1.9	1.7	1.81
	1970	1.0	1.3	1.1	1.2	1.1	1.0	1.2	1.0	1.3	1.4	1.3	1.6	1.2	1.6	1.5	1.3	1.2	1.3	1.5	1.28
	1971	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.3	1.1	1.4	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.6	1.5	1.6	1.7	1.36
	1972	1.2	1.5	1.6	1.3	1.6	1.5	1.6	1.5	1.9	1.4	1.1	1.3	1.3	1.4	1.2	1.6	1.5	1.6	1.7	1.44
	1973	1.0	1.2	1.0	1.1	1.1	1.3	1.1	1.1	2.1	1.1	1.2	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0	1.08
Hohenheim	1969	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.0	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	2.4	1.64
	1970	2.1	1.9	2.2	2.1	2.0	2.0	2.4	2.4	1.4	2.3	2.3	2.1	2.0	2.3	2.0	2.1	2.3	2.3	3.0	2.21
	1971	1.4	1.5	1.5	1.3	1.4	1.3	1.4	1.4	1.7	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.3	1.3	1.36
	1972	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.6	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.22
	1973	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00
Weihenstephan	1969	2.3	3.1	2.8	3.0	2.5	2.8	3.1	2.8	2.1	3.1	2.6	2.4	3.8	2.9	3.1	3.0	2.9	3.0	3.0	2.93
	1970	1.7	2.0	1.8	1.8	1.6	1.8	1.6	1.7	1.8	2.0	1.7	1.6	2.0	1.8	1.9	1.8	2.0	2.0	2.3	1.84
	1971	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.3	1.18
	1972	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	1.11
	1973	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.1	1.8	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.11
Berlin	1969	2.5	1.9	2.3	2.0	2.4	2.7	2.3	2.5	2.0	2.7	2.5	3.0	1.9	2.0	2.2	2.5	1.7	2.5	3.2	2.36
	1970	1.4	1.8	1.9	1.7	1.9	1.8	2.1	2.1	1.8	2.0	2.2	1.8	2.1	1.8	1.7	2.0	2.4	2.0	3.5	2.00
	1971	1.3	1.5	1.7	1.6	1.5	1.3	1.7	1.5	1.6	1.6	1.5	1.4	1.7	1.7	2.0	1.7	1.8	1.8	2.4	1.65
	1972	1.4	1.2	1.7	1.6	1.5	1.5	1.6	1.3	1.5	1.5	1.7	1.6	1.6	1.3	1.8	1.6	1.5	1.4	3.2	1.61
	1973	1.2	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.4	1.5	1.3	1.5	1.4	1.6	1.5	1.4	1.8	1.7	1.6	1.7	2.7	1.55
Hamburg	1969	3.2	2.1	2.7	2.2	3.3	2.5	2.5	2.3	1.8	2.8	2.7	2.6	3.2	3.4	3.0	2.2	1.7	2.9	3.6	2.72
	1970	1.4	1.6	1.3	1.6	1.3	1.5	1.4	1.7	1.6	1.9	1.4	1.7	1.3	2.1	1.8	1.8	3.3	2.3	4.3	1.86
	1971	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.1	1.1	1.3	1.1	1.3	1.1	1.3	1.8	2.0	1.34
	1972	1.8	1.5	1.0	1.5	1.3	2.1	1.6	1.9	2.0	1.6	2.4	1.7	1.2	1.9	1.7	1.8	2.4	2.3	4.8	1.93
	1973	1.3	1.8	1.0	1.6	1.8	2.0	1.9	1.9	1.2	1.2	1.7	2.4	2.4	2.2	2.2	2.2	2.5	2.4	4.8	2.07
\bar{x} Dünger		1.39	1.42	1.43	1.43	1.45	1.46	1.47	1.47	1.48	1.48	1.49	1.49	1.51	1.51	1.54	1.54	1.58	1.61	2.18	1.52
GD 5% Dünger/Jahre =		0,60																			

Tabelle 7: Homogenität

Ort	Jahr	VD 85 mit Herbizid	Park-Rasendünger mit Unkrautvernichter	Standard	Wolf-Superrasendünger	Rasenfloranid	Park-Rasendünger	Cornufer	Mannadur	Nitrophoska blau extra	Nitrophoska permanent	VD 85	Compo-Rasendünger mit echtem Guano	Sanguano	Gramino	Gelon	Hesa-Rasendünger	Rizinusschrot	Supergramino	ungedüngt	\bar{x} Jahre/Orte	
Bonn	1969	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00
	1970	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.7	2.0	2.3	2.0	1.0	1.96
	1971	1.3	1.3	1.2	1.0	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.3	1.2	1.1	1.1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.1	1.0	1.20
	1972	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00
	1973	1.0	1.0	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00
Weihenstephan	1969	2.3	2.4	2.3	2.6	3.1	2.9	3.6	3.5	3.1	3.8	2.3	3.5	2.7	2.8	2.8	3.3	2.9	3.3	2.6	2.6	2.94
	1970	1.7	1.9	1.9	1.8	2.1	2.0	1.8	2.0	2.0	2.1	1.8	2.0	2.2	1.9	2.2	2.1	2.1	2.3	2.4	2.4	2.02
	1971	1.3	1.4	1.5	1.3	1.4	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.8	1.8	1.42
	1972	1.3	1.4	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.2	1.5	1.4	1.6	1.4	1.4	1.7	1.4	1.5	1.5	1.5	1.7	3.2	1.54
	1973	1.9	1.6	1.5	1.9	1.9	1.7	2.1	1.8	2.0	2.1	1.8	1.9	2.1	1.8	1.7	1.9	2.0	2.2	4.5	4.5	2.02
Hohenheim	1969	1.4	1.1	1.4	1.5	1.1	1.4	1.5	1.7	1.2	1.2	1.3	1.5	1.5	1.5	1.3	1.2	1.0	1.9	1.0	1.0	1.35
	1970	2.2	2.1	2.3	2.3	1.9	2.2	2.3	2.2	2.1	2.1	2.1	2.2	2.3	2.3	2.3	2.1	2.3	2.4	2.4	2.4	2.22
	1971	1.9	1.6	1.9	2.0	1.6	2.0	1.8	1.8	1.8	1.7	1.8	1.8	1.7	2.0	1.6	1.8	2.0	2.0	1.9	1.9	1.83
	1972	2.2	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.3	2.2	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.0	2.0	2.3	2.4	2.2	2.3	2.21
	1973	2.5	2.2	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.4	2.4	2.3	2.1	2.6	2.4	2.3	2.2	2.3	2.6	2.6	2.2	2.6	2.36
Berlin	1969	2.5	3.2	3.0	2.7	2.5	3.2	3.2	3.2	2.5	2.5	3.2	2.5	2.5	2.7	2.2	3.0	2.7	2.2	3.2	3.2	2.77
	1970	2.5	2.4	2.9	2.5	2.1	2.3	2.5	2.6	2.6	2.7	2.5	2.7	2.6	3.0	2.5	2.5	2.4	2.8	3.4	3.4	2.61
	1971	2.0	1.7	2.1	2.3	2.0	2.0	2.2	1.9	2.0	2.1	1.9	2.1	1.9	1.9	2.1	2.0	2.1	2.1	2.9	2.9	2.07
	1972	1.8	1.8	2.0	2.2	2.2	1.9	1.9	1.9	2.0	1.8	2.0	1.9	2.1	1.9	2.1	1.7	2.1	2.3	2.9	2.9	2.03
	1973	2.2	2.1	1.9	2.5	2.3	2.2	2.2	2.1	2.3	2.0	2.5	1.9	2.1	2.0	2.3	1.9	2.3	2.4	3.1	3.1	2.23
Wolbeck	1969	2.2	2.2	2.1	2.2	2.2	2.4	2.4	2.5	2.3	2.2	2.2	2.5	2.3	2.3	2.2	2.5	2.2	2.2	2.6	2.6	2.30
	1970	2.3	2.2	2.3	2.2	2.2	2.1	2.3	2.4	2.4	2.3	2.2	2.5	2.4	2.5	2.5	2.4	2.4	2.5	2.6	2.6	2.35
	1971	2.5	2.0	2.3	2.5	2.6	2.9	2.7	2.8	2.8	2.5	2.8	2.5	2.8	2.8	3.0	2.3	2.7	2.9	2.3	2.3	2.62
	1972	2.2	2.0	2.1	2.6	2.8	2.7	2.7	2.4	2.4	2.4	2.4	3.6	1.7	2.8	2.4	3.1	2.7	3.2	3.1	3.7	2.66
	1973	2.1	2.2	2.3	3.0	3.2	3.0	3.1	2.4	2.4	2.8	3.0	2.1	3.3	2.8	3.8	3.3	3.9	3.2	4.0	4.0	2.94
Hamburg	1969	3.1	3.0	2.7	2.8	2.3	3.0	2.2	2.5	2.9	2.2	2.9	3.1	3.1	2.9	2.9	2.9	2.5	2.2	3.6	3.6	2.78
	1970	2.3	2.5	2.9	2.1	2.0	1.8	2.2	2.0	2.3	1.8	2.1	3.2	2.0	3.0	2.1	2.1	1.9	2.4	2.8	2.8	2.29
	1971	1.7	2.3	2.6	1.5	1.5	2.0	1.8	1.7	2.2	2.3	1.8	3.3	1.8	2.2	2.3	3.6	2.0	2.8	2.3	2.3	2.19
	1972	2.3	3.8	3.2	1.8	2.4	3.6	2.3	2.3	2.9	2.8	2.2	3.2	2.6	3.2	3.0	3.8	2.7	3.5	3.2	3.2	2.88
	1973	2.5	2.3	2.5	1.3	2.5	2.0	2.7	2.1	2.4	3.3	3.4	2.4	2.9	3.0	2.9	3.8	3.2	3.7	2.9	2.9	2.73
Essen	1969	2.7	2.5	2.2	2.5	3.2	2.7	2.7	3.3	3.3	2.7	2.6	3.3	3.0	2.8	3.1	3.3	3.3	2.6	4.0	4.0	2.94
	1970	2.9	2.5	2.0	2.7	2.8	2.5	2.5	3.7	3.2	2.9	2.7	2.7	3.3	2.5	3.1	3.1	3.5	3.0	3.4	3.4	2.89
	1971	2.3	2.4	2.1	2.9	3.2	2.8	2.4	2.9	2.8	2.8	2.7	2.1	2.6	2.9	2.9	2.7	3.1	3.0	3.5	3.5	2.74
	1972	2.8	2.6	2.4	3.3	3.3	3.1	3.1	3.2	3.2	3.7	3.2	3.2	3.1	3.4	3.6	3.3	3.8	3.6	4.2	4.2	3.27
	1973	2.5	2.4	2.5	2.6	2.8	2.5	2.6	2.4	2.8	2.8	2.9	2.3	2.5	2.6	2.5	2.8	2.7	2.6	3.3	3.3	2.64

\bar{x} Dünger 2,07 2,07 2,08 2,11 2,15 2,18 2,19 2,20 2,21 2,21 2,21 2,22 2,23 2,24 2,29 2,33 2,33 2,37 2,67 2,23

GD 5% Dünger/Jahre = 0,77

hältnisses der Dünger auf die Ergebnisse der Bonituren zu erhalten, wurden auf zwei vom Boden her unterschiedlichen Standorten Berlin und Bonn mit den Daten des Jahres 1973 einfache sowie multiple Korrelations- und Regressionsanalysen durchgeführt. Da die Varianz bei den Merkmalen Narbendichte und Homogenität gering ist, wurden die Berechnungen ausschließlich für die Eigenschaften Farbe und Verunkrautung durchgeführt. Die Ergebnisse für die einfache Beziehung sind in der Tabelle 8 zusammengestellt. Der multiple Ansatz ergab keine weitere zusätzliche Information. Trotz der großen Unterschiede in den P- und K-Gehalten der Dünger – Tabelle 2 – bestehen auf beiden Standorten keine engen Beziehungen zwischen dem N/P/K-Verhältnis und den erfaßten Eigenschaften der Rasennarben.

Tabelle 8: Beziehungen zwischen den P- und K-Gehalten der Düngemittel und Eigenschaften der Rasennarben (n = 18)

Merkmale	Korrelationskoeffizient	
	Bonn	Berlin
Unkraut - P ₂ O ₅ -Gehalt	-0,017	-0,045
Farbe - P ₂ O ₅ -Gehalt	-0,188	-0,118
Unkraut - K ₂ O-Gehalt	-0,008	0,017
Farbe - K ₂ O-Gehalt	-0,047	0,010

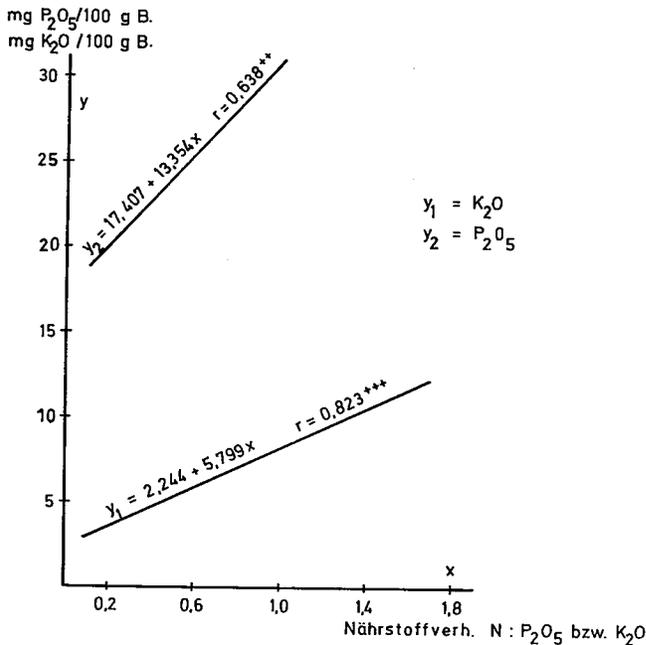
Sicherungsgrenze P 5% = 0,468.

3.2. Dünger und Boden

Da die Varianten im Hinblick auf den N-Aufwand einheitlich behandelt wurden, erfolgte durch die unterschiedlichen N/P/K-Verhältnisse der Dünger eine verschiedene Versorgung der Variante mit Phosphorsäure und Kali. Die Ausführungen des Abschnittes 3.1. Dünger und Rasennarbe haben gezeigt, daß keine signifikanten Beziehungen zwischen dem P- und K-Aufwand und den erfaßten Eigenschaften des Rasens bestehen. Hier ist jetzt zu prüfen, ob die Anwendung eines Düngers über einen Zeitraum von fünf Jahren Unterschiede in der P- und K-Versorgung sowie Unterschiede in den Reaktionsverhältnissen des Bodens bewirkt hat.

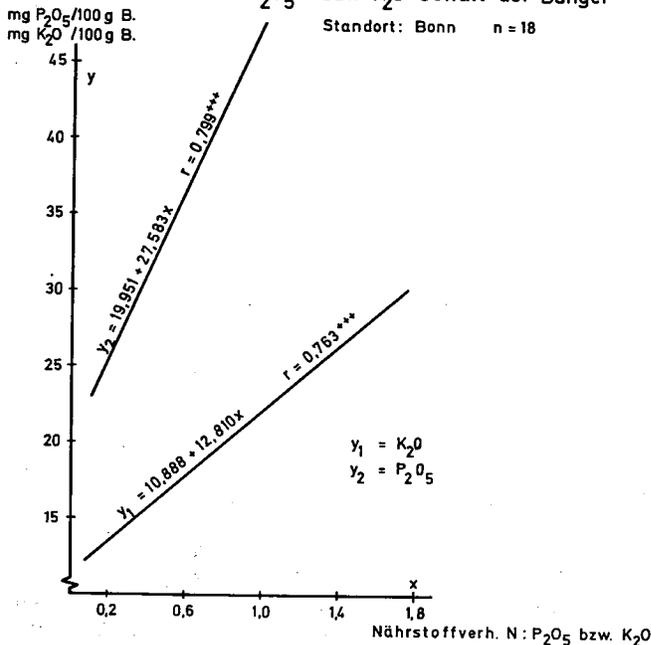
Die Darstellungen 1 und 2 der vom Boden her unterschiedlichen Standorte – Tabelle 1 – zeigen, daß bei beiden Orten in der oberen Zone signifikante Beziehungen zwischen dem N/P/K-Verhältnis der Dünger und dem entsprechenden Versorgungsgrad des Bodens bestehen. Auf dem Standort Bonn wurde zusätzlich die Zone 10–20 cm erfaßt, hier ist nur eine sehr schwach ausgeprägte Beziehung beim K-Gehalt festzustellen. Die nicht signifikante Abhängigkeit beim P-Gehalt läßt sich mit der geringen Beweglichkeit der Ionen erklären (SCHEFFER, SCHACHTSCHAEL, 1970). Die Ergebnisse zeigen, daß die Zone von 0–10 cm zur Charakterisierung des Nährstoffhaushaltes ebenso wie auf dem Dauergrünland völlig ausreicht (BOEKER, 1974; ZÜRN, 1965) und etwaige Veränderungen sich gut beschreiben lassen. Im Hinblick auf das optimale Nährstoffverhältnis (MÜHLSCHLEGEL, MEHNERT, 1974;

Darst. 1: Beziehung zwischen lac. P_2O_5 - bzw. K_2O -Gehalt des Bodens (Zone 0-10 cm) und dem P_2O_5 - bzw. K_2O -Gehalt der Dünger
Standort: Berlin n = 18



SCHWEIZER, 1974; SIEBER, 1970; SKIRDE, 1974; SKIRDE, KERN, 1971) läßt sich bei dieser Betrachtungsweise keine exakte Abgrenzung ableiten, da in diesem Zusammenhang die Reaktion der Pflanzen, u. a. Neigung zur Verunkrautung, Färbung, mit einbezogen werden muß (SCHÖNTHALER, 1974). Zum N/K-Verhältnis läßt sich feststellen, daß bei der hier vorliegenden N-Versorgung unter Berücksichtigung des Ausgangsniveaus und der K-Versorgung auf der ungedüngten Variante – Berlin 4, Bonn 17 mg $K_2O/100$ g Boden – bei einem Verhältnis von N/ K_2O von über 1 : 0,8 auf beiden Standorten mit einer K-Anreicherung zu rechnen ist. Die unterschiedliche Steigung bzw. die Relation der Regressionskoeffizienten der berechneten Regression für Phosphorsäure und Kalium zeigt, daß der Bedarf an Phosphorsäure deutlich unter dem Bedarf

Darst. 2: Beziehung zwischen lac. P_2O_5 - bzw. K_2O -Gehalt des Bodens (Zone 0-10 cm) und dem P_2O_5 - bzw. K_2O -Gehalt der Dünger
Standort: Bonn n = 18



an Kalium liegt. Weitere Ausführungen zu dem Fragenkreis finden sich in dem Abschnitt 3.3. Boden und Rasennarbe.

Tabelle 9: Düngemittel und Bodenreaktion

Dünger	Berlin	Bonn	
	0-10 cm	0-10 cm	10-20 cm
Compo-Rasendünger mit echtem Guano	5,2	5,6	6,3
Standard-Variante	5,1	5,6	6,3
Park-Rasendünger	6,1	6,1	6,6
Mannadur	6,1	6,1	6,4
Nitrophoska blau extra	6,1	6,2	6,7
Gramino	5,9	6,3	6,7
Nitrophoska permanent	6,1	6,3	6,7
Cornufera	6,1	6,3	6,6
Park-Rasendünger mit Unkrautvernichter	6,1	6,3	6,6
Sanguano	6,4	6,3	6,6
VD 85	6,4	6,3	6,6
Wolf-Superrasendünger	6,1	6,4	6,7
Hesa-Rasendünger	6,3	6,4	6,8
VD 85 mit Herbizidzusatz	6,4	6,4	6,7
Rasenflorand	6,4	6,4	6,6
ungedüngte Variante	6,3	6,5	6,6
Rizinusschrot	6,3	6,6	6,9
Supergramino mit Peraform	6,3	6,7	6,7
Gelon	6,3	6,8	7,0

Die Tabelle 9 weist aus, daß einige Dünger auch die Reaktionsverhältnisse beeinflusst haben. In diesem Zusammenhang ist es aufschlußreich festzustellen, welche Rückwirkungen die Veränderungen der Reaktionsverhältnisse und des Nährstoffversorgungslevels auf die Pflanzenbestände haben.

3.3. Boden und Rasennarbe

Die Tabelle 10 zeigt, daß auf dem Standort Berlin trotz der relativ guten N-Versorgung gewisse Beziehungen zwischen den Reaktionsverhältnissen und der Verunkrautung festzustellen sind. Der funktionale Zusammenhang geht aus der Darstellung 4 hervor. Beim Standort Bonn ist die Verunkrautung insgesamt und damit auch die Varianz erheblich geringer, hier liegen keine signifikanten Beziehungen vor. Der Einfluß der Reaktionsverhältnisse des Bodens auf die Rate der Verunkrautung ist bereits mehrfach herausgestellt worden (OPITZ v. BOBERFELD, 1972; ROEBERS, LANGE, 1968, 1970; SKIRDE, 1970). Die Beziehung zwischen Bodenreaktion und Besatz an Unkräutern ist demnach weitgehend unabhängig vom N-Versorgungslevel, allerdings anscheinend abhängig von den Standortverhältnissen. Auf beiden Standorten sind

Darst. 3: Beziehung zwischen lac. K_2O -Gehalt des Bodens (Zone 10-20 cm) und dem K_2O -Gehalt der Dünger
Standort: Bonn n = 18

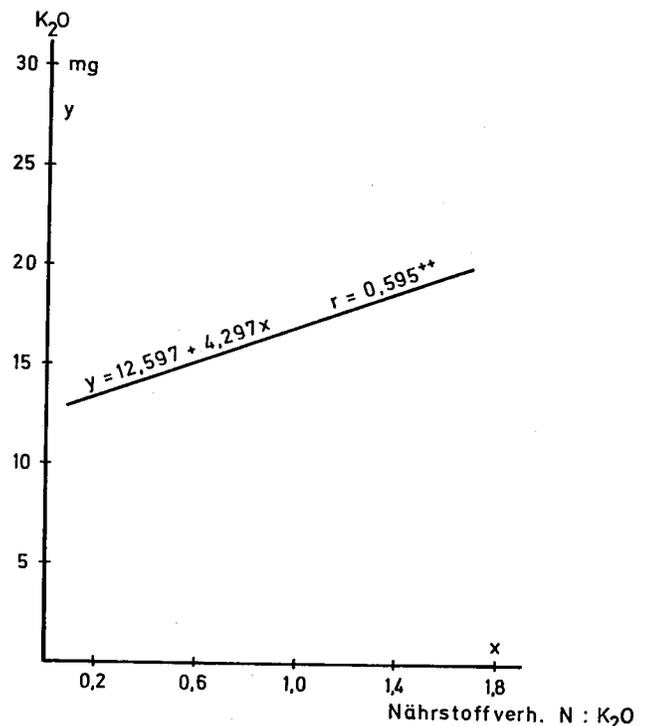


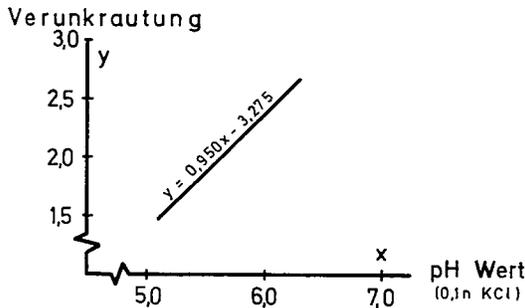
Tabelle 10: Beziehungen zwischen den P- und K-Gehalten des Bodens und Eigenschaften der Rasennarben (n = 18)

Merkmale		Korrelationskoeffizient	
		Bonn	Berlin
Unkraut	- pH-Wert	-0,447	0,634 ⁺⁺
Farbe	- pH-Wert	0,747 ⁺⁺⁺	0,489 ⁺
Unkraut	- lac. P ₂ O ₅	-0,299	0,102
Farbe	- lac. P ₂ O ₅	0,177	0,354
Unkraut	- lac. K ₂ O	-0,357	-0,141
Farbe	- lac. K ₂ O	0,036	-0,210

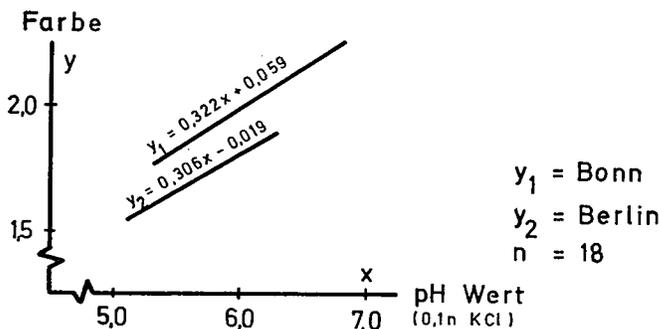
Sicherungsgrenze P 5% = 0,468

lockere Abhängigkeiten zwischen der Bodenreaktion und der Färbung festzustellen. Die funktionale Beziehung geht aus der Darstellung 5 hervor. Vermutlich ist die dunklere Färbung bei geringeren pH-Werten auf die bessere Verfügbarkeit einiger Spurenelemente, wie beispielsweise u. a. Eisen, Kupfer, zurückzuführen (SCHEFFER, SCHACHTSCHABEL, 1970). Aus der Tabelle 10 ist weiter zu ersehen, daß zwischen den P- und K-Gehalten des Bodens und der Verunkrautung sowie Färbung auf beiden Standorten keine signifikanten Beziehungen bestehen. Auch hier erbringt die multiple Betrachtung keine weitere Information. Wenn man davon ausgeht, daß bei einem nicht ausgewogenen N/P/K-Verhältnis die erwünschten Gräser in ihrer Entwicklung ungünstig beeinflusst werden und nicht erwünschte Kräuter, bedingt durch die Artenvielfalt, in ihrer Konkurrenzfähigkeit nachhaltig gefördert werden, zeigen die vorliegenden Ergebnisse ähnlich wie die nur einjährigen Untersuchungen von SCHÖNTHALER (1974), daß bei den hier vorliegenden Verhältnissen wie Boden, Rasentyp, Düngungsniveau, Nutzung und Beobachtungszeitraum dem N/P/K-Verhältnis eine untergeordnete Bedeutung zukommt. Die Untersuchungen von SKIRDE (1974) zeigen, daß diese Aussage für

Darst. 4: Beziehung zwischen Bodenreaktion und Verunkrautung
Standort: Berlin n = 18

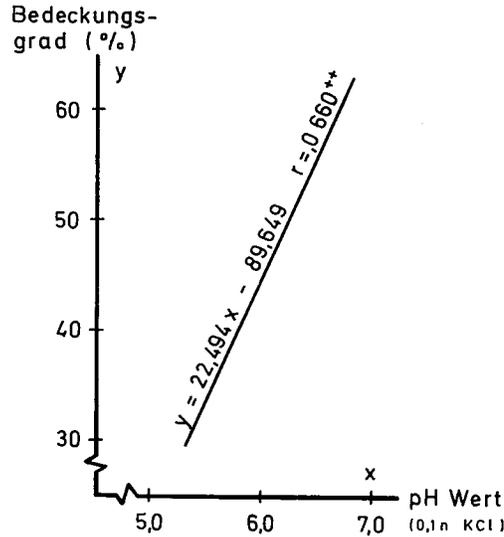


Darst. 5: Beziehung zwischen Bodenreaktion und Farbbonitur



Darst. 6: Beziehung zwischen Bodenreaktion und dem Deckungsgrad von *Poa pratensis*

Standort: Bonn n = 18



künstlich aufgebaute Böden in den verschiedenen Variationen (SKIRDE, 1973) sehr wahrscheinlich nicht ohne Einschränkungen zu übertragen ist.

Von den Standorten Berlin und Bonn liegen auch Vegetationsaufnahmen vor, wodurch sich die Möglichkeit ergibt festzustellen, ob die unterschiedlichen Reaktionsverhältnisse und eine differenzierte Versorgung mit Phosphorsäure und Kalium Rückwirkungen auf den Deckungsgrad von *Poa pratensis* hat. Auf dem Standort Berlin sind keine signifikanten Abhängigkeiten zwischen den angeführten Variablen festzustellen; hier ist allerdings die Variationsbreite im Deckungsgrad im Vergleich zum Standort Bonn wesentlich geringer, die Variationsbreite beträgt in Berlin 16 bis 30 %, in Bonn dagegen 28 bis 67 %. Die Darstellung 6 zeigt, daß auf dem Standort Bonn eine Beziehung zwischen der Bodenreaktion und dem Deckungsgrad von *Poa pratensis* vorliegt. Demnach sind saure Reaktionsverhältnisse für eine gute Entwicklung von *Poa pratensis* in Gebrauchsrasenmischungen nicht zuträglich. ROEBERS u. LANGE (1974) berichten im gewissen Gegensatz zu SKIRDE (1970) von vergleichbaren Feststellungen. Für die Verhältnisse auf Dauergrünlandflächen macht BOEKER (1964) ähnliche Aussagen. Ebenso wie auf der Versuchsfläche in Berlin hat auch auf dem Standort Bonn eine differenzierte Versorgung mit Phosphorsäure und Kalium keinen signifikanten Effekt auf den Deckungsgrad von *Poa pratensis* ausgeübt.

4. DISKUSSION

Insgesamt gesehen zeigen die Versuche, daß je nach Zusammensetzung der Narbe, dem Versorgungsniveau mit Nährstoffen und den jeweils beurteilten Eigenschaften die geprüften Düngemittel eine unterschiedliche Stellung einnehmen. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, daß die Dünger in einer unterschiedlichen Anzahl von Streutermen ausgebracht wurden, und zwar in 2 bis 5 Teilgaben – Tabelle 2, was wirtschaftlich gesehen günstige Auswirkungen zur Folge haben kann. Werden bei den erzielten Ergebnissen weiterhin die Preise der Düngemittel mit berücksichtigt, so ergeben sich für die Praxis doch Präferenzen für einzelne Produkte. SCHÖNTHALER (1974) kommt mit seinen einjährigen Untersuchungen zu einer ähnlichen Aussage.

Sofern man die einzelnen Effekte der Dünger insgesamt sieht, lassen sich, wie die Ergebnisse der Korrelations- und Regressionsanalysen gezeigt haben, von der Wirkung einzelner Produkte her Unterschiede beschreiben. Hervorzuheben ist hier die physiologisch differenzierte Wirkung der Dünger, was Rückwirkungen auf die Bodenreaktion und damit auf die Verunkrautung, die Färbung und den Anteil der für stärker stra-

pazierten Rasen wichtigen Art *Poa pratensis* hat. Hinweise, ob ein Mischdünger physiologisch sauer, neutral oder alkalisch wirkt, finden sich auf den Gebrauchsanweisungen bisher nicht, obwohl das für die Bewirtschaftung von Rasensport- und Parkflächen eine nützliche Information wäre. Es ist daher für die Hersteller von Mischdüngern die Anregung zu geben, zumindest für Großabnehmer zukünftig die Deklaration um den erwähnten Punkt zu erweitern.

Unter den hier vorherrschenden Versuchsbedingungen kommt, obwohl nachweisbar das Nährstoffniveau des Bodens durch ein unterschiedliches Nährstoffverhältnis der Dünger verändert wurde, dem Nährstoffverhältnis der Dünger im Hinblick auf die beurteilten Eigenschaften keine erhebliche Bedeutung zu. Sicherlich sind Entzugswerte aufschlußreich wie sie u. a. von MÜHLSCHLEGEL u. MEHNERT (1974), SCHWEIZER (1974), SKIRDE u. KERN (1971) mitgeteilt wurden; die vorliegenden Beobachtungen lassen aber erkennen, daß Entzugswerte im Hinblick auf den Bedarf der Pflanzen und damit auf das zu fordernde Nährstoffverhältnis der Rasendünger sehr kritisch zu beurteilen sind.

Im Hinblick auf ein zukünftig verändertes Vorgehen bei der Versuchsanlage und der Beurteilung von Düngungsvarianten, hat das Ergebnis auch Möglichkeiten aufgezeigt. Abgestufte Wirkungen von Rasendüngern lassen sich wahrscheinlich besser erfassen, wenn die Nährstoffversorgung nicht bereits im Optimumbereich liegt, sondern wenn ein Vergleich in dieser Hinsicht unter erschwerten Bedingungen durchgeführt wird. Für praktische Belange kommt ferner der Herbstdüngung eine vermehrte Bedeutung zu (KERN, 1970). Es ist davon auszugehen, daß für eine Herbstdüngung die Präparate eine unterschiedliche Eignung aufweisen; diese Versuchsfrage läßt sich auch in einem derartigen Versuch mit unterbringen. Im Hinblick auf die Beurteilung bieten sich ebenfalls noch Verbesserungen an. Die Bonitur auf Homogenität bringt, wie die Versuchsergebnisse hier andeuten – Tabelle 7, bei Versuchen, wo die Frage der Nährstoffversorgung im Vordergrund steht, nur eine geringe Information. Zukünftig sollte man anstatt auf Homogenität speziell auf Ätزشäden hin bonitieren. Für die Beurteilung der Eigenschaften Farbe, Narbendichte u. a. von verschiedenen Personen benötigt man aus Gründen der Objektivität eine klar definierte Bezugsbasis, wofür sich Standardvarianten anbieten. Die Bewertungsskalen dürfen eine nicht zu weite aber auch nicht zu enge Spanne aufweisen. Eine Beurteilungsspanne wie bei der Eigenschaft Farbe mit Noten von 1 bis 3 ist zu eng bemessen; eine größere Spanne würde hier wahrscheinlich noch mehr Möglichkeiten an Information bieten.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Der zweite Rasendüngungsversuch der DEUTSCHEN RASENGESELLSCHAFT wurde an sieben verschiedenen Standorten über fünf Jahre hinweg durchgeführt. 17 für die Düngung von Rasenflächen infrage kommende Dünger in Verbindung mit einer Standard- und einer ungedüngten Variante wurden einem Wirkungsvergleich unterzogen. Abgesehen von der ungedüngten Variante wurde als einheitliche Bezugsbasis 20 g N/m² und Jahr gewählt, was bei einer Laufzeit von mehreren Jahren als vertretbar erschien. Von zwei vom Boden her unterschiedlichen Standorten standen für die Beurteilung auch einige bodenchemische Kennwerte, gewonnen am Ende der Versuchslaufzeit, zur Verfügung. Die herausgestellten Ergebnisse lassen sich in folgende Punkte zusammenfassen:

1. Die Dünger wurden in Abhängigkeit vom Standort und Beobachtungsjahr z. T. unterschiedlich beurteilt. Eine voll aussagefähige Rangordnung über sämtliche Standorte läßt sich somit nicht erstellen. Bei der Bonitur auf Farbe und Verunkrautung haben durchweg alle Dünger gegenüber ungedüngt einen signifikant günstigen Einfluß ausgeübt. In der Verunkrautung bestehen auch zwischen den Düngern z. T. größere, gesicherte Differenzen.
2. Eine signifikante Beeinflussung der Eigenschaften Farbe und Verunkrautung durch die verschiedenen N/P/K-Verhältnisse der Dünger wurde nicht nachgewiesen. Dagegen bestanden zwischen dem N/P/K-Verhältnis der Dünger und dem entsprechenden Nährstoffniveau der Bodenschicht von 0 bis 10 cm signifikante Abhängigkeiten. Auf den erfaßten Flächen kam demnach für die Rasennarben dem Nährstoffverhältnis der Dünger eine untergeordnete Bedeutung zu,

3. Die Dünger haben einen abgestuften Einfluß auf die Bodenreaktion ausgeübt. Die Reaktionsverhältnisse hatten trotz des relativ hohen Düngungslevels teilweise signifikante Einflüsse auf den Unkraut-, den *Poa pratensis*-Anteil und die Färbung ausgeübt; hieraus wurde die Anregung für die Hersteller von Rasenmischdüngern abgeleitet, zumindest für Großverbraucher die Produkte im Hinblick auf eine physiologisch saure, neutrale oder alkalische Wirkung zu deklarieren.
4. Aus dem bisherigen Vorgehen und den erzielten Ergebnissen wurden für derartige zukünftige Versuche Verbesserungsvorschläge wie u. a. Düngungslevel, Herbstdüngung, aussagekräftige Eigenschaften, Bewertungsspannen und Bezugsgrundlagen für Bonituren diskutiert.

6. LITERATURVERZEICHNIS

1. BOEKER, P., 1964: Die Verbreitung der wichtigsten Grünlandpflanzen Nordrhein-Westfalens in Abhängigkeit vom pH-Wert. – Forsch. u. Ber. R. B., H. 10, S. 211–230.
 2. BOEKER, P., 1974: Die Wurzelentwicklung unter Rasengräserarten und -sorten. – Rasen Turf Gazon 5, S. 1–3, S. 44–47, S. 100–105.
 3. HALD, A., 1962: Statistical Theory with Engineering Applications. – 5th Ed., John Wiley and Sons, New York and London, 783 p.
 4. HANSEN, R., J. SIEBER u. H. MÜSSEL, 1969: Rasendüngungsversuch der Gesellschaft für Rasenforschung. – D. Rasen 3, S. 75–100.
 5. KERN, J., 1970: Stickstoff-Spättdüngung zu Rasen. – Rasen Turf Gazon 1, S. 63–65.
 6. MÜHLSCHLEGEL, F. u. C. MEHNERT, 1974: Untersuchungen zur Ermittlung des Phosphat- und Kalibedarfs von Gebrauchsrasen. – Rasen Turf Gazon 5, S. 52–55.
 7. OPITZ v. BOBERFELD, W., 1972: Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen der Rasenflächen des Kölner Grüngürtels. – Rasen Turf Gazon 3, S. 21–27.
 8. OPITZ v. BOBERFELD, W. u. P. BOEKER, 1973: Der Einfluß verschiedener Düngemittel auf die Anhäufung der Wurzelmasse eines Intensivrasentyps. – Rasen Turf Gazon 4, S. 25–27.
 9. ROEBERS, F. u. P. LANGE, 1968: Mehrjährige Beobachtungen über den Einfluß von Schnitthäufigkeit und Höhe der Düngung auf die Qualität von Zierrasen. – D. Gartenamt 17, S. 246–250.
 10. ROEBERS, F. u. P. LANGE, 1970: Über den Einfluß der Düngerform auf die Qualität von Zierrasen. – Neue Landschaft 15, S. 358–366.
 11. ROEBERS, F. u. P. LANGE, 1974: Die Qualität der Grasnarbe in Abhängigkeit von Saatmischung und Düngung. – Neue Landschaft 19, S. 59–70.
 12. SACHS, L., 1972: Statistische Auswertungsmethoden. – 3. Aufl., Verl. Springer, Berlin Heidelberg New York, 545 S.
 13. SCHEFFER, F. u. P. SCHACHTSCHABEL, 1970: Lehrbuch der Bodenkunde. – 7. Aufl., Verl. Ferdinand Enke, Stuttgart, 448 S.
 14. SCHÖNTHALER, K. E., 1974: Wirkung einiger Dünger auf Rasengräser. – Rasen Turf Gazon 5, S. 75–77.
 15. SCHWEIZER, E. W., 1974: Erhebungen über den Nährstoffentzug verschiedener Rasengräser und Rasengrasmischungen im Verlaufe der Vegetationsperiode. – Rasen Turf Gazon 5, S. 65–68.
 16. SIEBER, J., 1970: Wirkungen mineralischer und organischer Rasendünger. – Rasen Turf Gazon 1, S. 56–58.
 17. SKIRDE, W., 1970: Reaktion von Rasenmischungen auf physiologisch saure und physiologisch alkalische Düngung. – Rasen Turf Gazon 1, S. 58–60.
 18. SKIRDE, W., 1973: Sport- und Freizeitanlagen. – B1/73 d. Bundesinstituts f. Sportwissenschaft, Köln, 49 S.
 19. SKIRDE, W., 1974: Nährstoffgehalt und Nährstoffentzug von Rasen bei verschieden hoher Düngung und verschiedenem Bodenaufbau. – Rasen Turf Gazon 5, S. 68–73.
 20. SKIRDE, W. u. J. KERN, 1971: Untersuchungen über Zuwachs, Nährstoffgehalt und Bestandsbildung von Rasenansaatens unter dem Einfluß verschieden hoher Stickstoffgaben. – Rasen Turf Gazon 2, S. 118–123.
 21. SNEDECOR, G. W. and W. G. COCHRAN, 1962: Statistical Methods. – 5th Ed., The Iowa State University Press Ames Iowa U.S.A., 534 p.
 22. ZÜRN, F., 1965: Zum Problem der Bodenuntersuchung auf Grünland. – Z. Acker- u. Pflbau. 122, S. 65–78.
- Die statistischen Verrechnungen erfolgten in der Rechenanlage der GMD, Bonn, auf einer IBM 370.

Den Damen und Herren

¹⁾ Dr. PIRSON und SCHERING

²⁾ Dr. HILLER

³⁾ HABERER und STRATMANN

⁴⁾ ECKARDT und LANGE

⁵⁾ BARTELS

⁶⁾ KESSLER und KRAUTTER

⁷⁾ MÜSSEL und Dr. SIEBER

sei für die Versuchsbetreuung und Erstellung der Berichte gedankt.

Zusammenfassung

Über einen Zeitraum von fünf Jahren wurden an sieben verschiedenen Standorten 17 für die Düngung von Rasenflächen infrage kommende Dünger getestet. Als einheitliche Bezugsbasis wurden 20 g N/m² und Jahr gewählt. Zum Vergleich enthielt der Versuch ferner eine Standard (= schwefelsaures Ammoniak, Superphosphat und schwefelsaures Kali) und eine ungedüngte Variante. Auf zwei vom Boden her unterschiedlichen Standorten wurden am Ende der Versuchslaufzeit die Reaktionsverhältnisse und der Nährstoffgehalt der Böden einzelner Varianten ermittelt.

Die Dünger wurden in Abhängigkeit vom Standort und Beobachtungsjahr unterschiedlich beurteilt. Eine aussagekräftige Rangordnung über sämtliche Standorte ließ sich nicht erstellen. Eine signifikante Beeinflussung der Eigenschaften Farbe und Verunkrautung durch die verschiedenen N/P/K-Verhältnisse der Dünger ließ sich nicht nachweisen. Dagegen bestanden signifikante Abhängigkeiten zwischen dem N/P/K-Verhältnis der Dünger und dem entsprechenden Nährstoffniveau der Bodenschicht von 0 bis 10 cm. Die Dünger haben einen abgestuften Einfluß auf die Bodenreaktion ausgeübt. Es bestanden trotz des Düngungsniveaus signifikante Beziehungen zwischen der H⁺-Ionenkonzentration sowie dem Besatz an Unkräutern, dem Anteil an *Poa pratensis* und der Färbung.

Summary

Over a period of five years 17 fertilizers which had been recommended for fertilizing turf were tested at seven different locations. The uniform reference basis chosen were 20 g N/m² annually. A standard plot (= sulphate of ammonia, superphosphate and sulphate of potash) and an unfertilized plot were also included for comparison purposes. At the end of the experimental period reaction and nutrient contents in the soils were analyzed in two different soils at different locations.

The review of the fertilizers showed different results, depending on location and year of observation. A final order of precedence of all the locations could not be established. There was no evidence of a significant influence of the different proportions of N/P/K in the fertilizers on colour and weed infestation. There is, however, a significant inter-dependence between the proportion of N/P/K in the fertilizers and the nutrient contents of the soil layer from 0 to 10 cm. The fertilizers influenced the soil reaction in different ways. Although different amounts of fertilizer were applied, there was a significant relationship between the H⁺-ion-concentration to the weed-infestation, the proportion of *Poa pratensis* and the colour.

Einfluß von Auftausalzen auf Boden, Wasser und Vegetation

I. Allgemeine Grundlagen und Beeinflussung des Bodens

1. Einleitung

Salzprobleme treten nicht nur bei Böden, die von Natur aus salzhaltig sind oder durch Naturereignisse salzhaltig werden, auf, auch auf landwirtschaftlich genutzten Flächen kommt es oft durch falsche Bewirtschaftungsmaßnahmen zu einer Versalzung (FREI 1964). In unseren Breiten gibt die Konzentration und die Zusammensetzung des Bewässerungswassers gewöhnlich keinen Anlaß zu Versalzungserscheinungen im Boden. Die immer mehr zunehmende Verunreinigung unserer Gewässer vermindert aber die Nutzungseignung des Wassers. Der Rhein mit einem Einzugsgebiet von 160 000 km² ist durch die Verunreinigung von Salzen am meisten betroffen (Dietrich 1960; LÜSSEM 1970). Andere große Flüsse weisen ähnliche Salzbelastungen auf, wie Berichte von Weser und Elbe ausagen (MÜLLER 1967; ZIEMANN 1967). Schon vor zwanzig Jahren wurde von Holland beklagt, daß das Rheinwasser insbesondere für empfindliche Gewächshauskulturen zu einer immer größeren Gefahr wird (VEEN 1956). In der Gegend von Braunschweig wurde mit Kaliabwässern angereichertes Flußwasser zur Beregnung von Rüben verwandt, was starke Schäden an der Bodenstruktur, Krümelstabilität und Plastizität eines Lehmbodens (Löß) zur Folge hatte (CZERATZKI 1961). Ähnliche negative Einflüsse auf die Bodeneigenschaften hatte die Verregnung von städtischen Abwässern, die sich durch hohe Salzgehalte auszeichnen, auf landwirtschaftlich genutzte Flächen (HUSEMANN et al. 1960).

Bei der Ausbringung von Futterplatzabwässern in den USA auf Felder kam es zu einer Verseuchung des Grundwassers mit Nitraten und anderen Stoffen sowie auch zu einer Salzanreicherung im Oberboden (LIPPER et al. 1969; TRAVIS et al. 1971). Versalzungserscheinungen können auch durch eine Überdüngung mit sauren Düngemitteln entstehen, doch dürfte die Gefahr einer Salzanreicherung unter diesem Gesichtspunkt weitgehend auf Intensivkulturen unter mitteleuropäischen Verhältnissen beschränkt bleiben, während in den Subtropen unter ariden Klimabedingungen eher damit gerechnet werden muß (KREB 1960).

Als neuer Faktor zum Problembereich der Versalzung sind die Auftausalze hinzugekommen, die im Straßenwinterdienst Verwendung finden. Sie helfen die Straße von Schneeglätte und Glatteis zu befreien, um so auch im Winter eine größere Sicherheit für die Verkehrsteilnehmer zu gewährleisten. Doch sind in den letzten Jahren immer mehr Stimmen laut geworden, die sich gegen den Gebrauch von Streusalzen wenden. Zeitungsberichte über Salzschaäden an Bäumen und Sträu-

H. G. BROD und H.-U. Preuß, Gießen

chern, Versalzung von Gewässern, Entzündungen an Hundepfoten und Gefahren für Kleinkinder haben die Öffentlichkeit aufgeschreckt und die Forderung nach unschädlichen Auftaustoffen entstehen lassen (AHLBRECHT 1972).

Der Zweck der vorliegenden Arbeit liegt in einer Zusammenfassung und Zusammenstellung von Berichten, die sich mit der Umweltbelastung durch Auftausalze auf Boden, Oberflächen- und Grundwasser sowie Vegetation befassen.

2. Allgemeine Grundlagen

2.1. Arten und Zusammensetzung von Auftaustoffen

Als auftauende Stoffe werden eingesetzt:

- vergälltes Stein- oder Siedesalz (NaCl)
- Rückstandssalz aus der Verarbeitung von Kalirohsalzen (NaCl etc.)
- Magnesiumchlorid (MgCl₂)
- Calciumchlorid (CaCl₂)
- Mischungen aus NaCl, MgCl₂ und CaCl₂

In der Bundesrepublik Deutschland werden überwiegend die unter a) und b) aufgeführten auftauenden Stoffe verwendet. Die im Straßenwinterdienst verwendeten Auftausalze müssen bestimmten Anforderungen genügen:

Der Wassergehalt von Stein- und Siedesalz soll bei der Lieferung ab Werk nicht höher als 2 % liegen.

Die Korngrößenzusammensetzung hängt von der Anwendung und Streutechnik ab. Stein- und Siedesalze sollen in der Regel nicht mehr als 5 % Feinanteile unter 0,16 mm und keine Anteile über 5 mm enthalten.

Um die Auftausalze gut streufähig zu halten und um eine gleichmäßige Dauerwirksamkeit zu gewährleisten, werden ihnen Zusätze, sogenannte Antitackmittel beigegeben.

Aus steuerlichen Gründen werden dem Streusalz sog. Vergällungsmittel zugesetzt, die es für den menschlichen Genuß unbrauchbar machen. Manchmal enthalten die Auftausalze auch Zusätze, die die Korrosion von Metallen verhindern sollen (MERKBLATT 1969 und 1973).

Es folgen nun zwei Beispiele über die Zusammensetzung von Auftausalzen, die im Gießener Raum von Straßenmeistereien und Autobahnmeistereien verwendet wurden und werden.

1. Borther Streusalz:

NaCl	98,780 %
KCl	0,020 %
MgSO ₄	0,100 %
CaSO ₄	0,950 %
K ₂ SO ₄	0,090 %

	Unlös. in HCl	0,015 %
	H ₂ O	0,045 %
	Tauwirksame Substanz des feuchten Salzes	98,8 %
	Nichttauwirksame Substanz	1,2 %
	Antibackmittel 200 g/t	
2. Streusalz aus Frankreich:		
	NaCl	89,410 %
	KCl	0,040 %
	MgCl ₂	1,012 %
	MgSO ₄	0,288 %
	CaSO ₄	4,196 %
	CaCO ₃	0,395 %
	SiO ₂	0,144 %
	Fe + Al 203	0,500 %
	H ₂ O	1,180 %
	unlöslich	2,620 %
	nicht best.	0,215 %
	Tauwirksame Substanz	92,200 %
	Nichttauwirksame Substanz	8,800 %
	Antibackmittel 70 g/t	

Das französische Streusalz zeichnet sich durch einen nicht unerheblichen Preisvorteil gegenüber dem Borthner Streusalz aus, der auch den geringeren Anteil an tauwirksamer Substanz ausgleicht. Der hohe Ballastanteil darf aber nicht unterschätzt werden, wie folgendes Beispiel verdeutlicht.

Eine Streumenge von 25 g/m² = 1 t/5 km Streustrecke ergibt eine Ballastmenge von 88 kg beim franz. Salz. Bei einer Verbrauchsmenge von 5000 t ergibt sich eine Ballastmenge von 440 t auf ca. 25 000 km Streustrecke. Zum Vergleich sei die Ballastmenge bei derselben Streckenverwendung von Borthner Streusalz angegeben. 1,2 % Ballast bedeuten bei einer Verbrauchsmenge von 5000 t eine Ballastmenge von 60 t auf ca. 25 000 km Streustrecke (STRASSENBAUAMT GIESSEN 1973).

2.2 Alternativen zu Auftausalz

Nachdem einige Nachteile von Auftausalzen bekannt wurden, verlangte die Öffentlichkeit den Einsatz unschädlicherer Auftaustoffe. Diskutiert wurden folgende Anwendungsstoffe bzw. Anwendungsmethoden: a) Alkohol, b) Harnstoff, c) Fahrbahnbeheizung und d) Sand, Asche, Splitt.

zu a): Flüssige Auftaumittel wie Alkohol, Glykole oder Mischungen dieser Stoffe werden auf einigen Flugplätzen zur Enteisung der Rollbahnen benutzt. In den Jahren 1966/67 wurden einige Versuche mit Isopropylalkohol auf Straßen vom Bundesverkehrsministerium durchgeführt. Es kam zu folgenden Resultaten:

1. reduzierte Taugeschwindigkeit im Vergleich zu Salz;
2. weiteres Absinken des Gleitbeiwertes nach dem Aufbringen auf eine vereiste Fahrbahn;
3. technische Schwierigkeiten beim Aufsprühen auf die Straßenfahrbahn (Verdunstungsziffer sehr hoch) und damit verbunden die Notwendigkeit der doppelten Zahl an Fahrzeugen für einen Einsatz;
4. hohe Entzündungsgefahr, da niedriger Flammpunkt (13,4° C);
5. Kostenfrage, da Preis etwa das Achtfache von einfachem Streusalz (AHLBRECHT 1972).

zu b): In Österreich und der BRD wurden Versuche mit technischem Harnstoff unternommen. Harnstoff fällt bei der Ammoniakgewinnung an und wird allgemein als Dünger verwendet. Seine Tauwirksamkeit läßt bereits bei -4° C merkbar nach und hört bei -6° bis -7° C ganz auf. Bei der Behandlung der Straßen mit technischem Harnstoff besteht die Gefahr, daß sich die Feuchte der Fahrbahn spätestens bei -7° C in eine Eisbahn verwandelt. Außerdem führt seine Anwendung zur Überdüngung der Fahrbahnrande und in den Vorflutern zu einer Eutrophierung.

Zusätzlich treten noch technische und ökonomische Probleme auf. Harnstoff hat ein Schüttgewicht von 0,6 kg/l (NaCl 1,18 kg/l) und würde daher bei der Ausbringung mit den herkömmlichen Geräten große Schwierigkeiten bereiten. Die um die Hälfte geringere Tauwirkung wie bei NaCl verursacht einen um das Doppelte erhöhten Verbrauch, eine um die Hälfte reduzierte Reichweite der Streufahrzeuge und damit eine Verlängerung des Streudienstes um das Zweifache. Aus diesen Gründen steigen die Kosten um etwa das Achtfache gegenüber NaCl. Außerdem kann es noch zu erheblichen Schäden an Belägen der Fahrbahnen kommen (AHLBRECHT 1972).

zu c): Die Idee der Fahrbahnbeheizung wäre am umweltfreundlichsten. Sie ist aber aus volkswirtschaftlichen und technischen Gründen vorerst nicht möglich, da 1 m² Heizmatte 130 DM kostet und der laufende Stromverbrauch ca. 250–350 Watt pro m² beträgt. Allein schon für die etwa 6000 km lange Strecke der Bundesautobahnen käme man zu sehr hohen Zahlen. Auch konnten bisher die Stromkraftwerke keine Garantie für eine

gleichbleibende und ausreichende Stromabgabe geben. Die Folgen bei kleineren Ausfällen des System könnten sehr ernst sein (DEUTSCHE SOLVAY-WERKE 1971).

zu d): Die Anwendung von Sand, Asche und Splitt könnte bei der heutigen Verkehrsfrequenz nicht mehr den notwendigen Effekt erzielen. Diese Materialien müßten in hohen Mengen (50–60 t/km) gestreut werden, wären aber schon nach kurzer Zeit an den Fahrbahnrand geschleudert und würden dort zu einer Verstopfung der Kanalisation führen. Auch bedingen diese Stoffe einen hohen Personalbedarf (AHLBRECHT 1967). Abschließend sei noch von einem neuen, angeblich umweltfreundlichen Auftaumittel aus den USA berichtet. Es soll sich um eine neue Verbindung handeln, die zu 98 % in der Natur abbaubar ist und schon in flüssiger Form als Rollbahnteiser auf dem La Guardia-Flugplatz in New York eingesetzt wurde. Die Zusammensetzung ist geheim. Tests ergaben, daß einmaliges Spritzen bei Schneefall das Anhaften von Eis auf der Fahrbahndecke verhindert und damit ein schnelles Räumen möglich macht. Die Anwendungsmenge liegt bei ca. 3,8 l/920 m² (DUNNERY 1970). In späteren Berichten konnten allerdings keine Angaben mehr über dieses Produkt gefunden werden. Aus dem Vorangegangenen läßt sich folgern, daß bisher kein adäquates Auftaumittel zu den Auftausalzen gefunden worden ist.

2.3. Physikalische und chemische Eigenschaften von Auftausalzen

2.3.1. Natriumchlorid

Natriumchlorid besteht zu 39,3 % aus Na und zu 60,7 % aus Cl (SCHRAUFNAGEL 1967). Reines NaCl ist nicht hygroskopisch, das oft auftretende Feuchtwerden beruht auf Verunreinigungen. Die Löslichkeit ändert sich nur wenig mit der Temperatur, dementsprechend ist die negative Lösungswärme gering (-1,2 Kcal pro Mol). Eine NaCl-gesättigte Lösung enthält 40,4 g NaCl auf 100 g H₂O (REMY 1965).

In Wasser dissoziiert NaCl zu Na⁺ und Cl⁻. Der Dissoziationsgrad ist für beide Ionen gleich, es liegt ein neutrales Salz vor. Neutralsalze werden definiert als Substanzen, die in Wasser dissoziieren, um äquivalente Ladungen zu den Wasserstoff-(H⁺) und Hydroxyl-(OH⁻) Ionen zu ergeben. Die Ladungen zwischen Salz- und Wasserionen sind nahezu gleich und daher kann man sie unter gewöhnlichen Bedingungen nicht als reaktionsfähig betrachten. Dies führt dazu, daß die freien Salzionen eher mit Wasserstoffmolekülen als mit Wasserionen reagieren können. Darin liegt die Fähigkeit des Salzes begründet, den Gefrierpunkt zu erniedrigen und Eis zum Schmelzen zu bringen (ADAMS 1973).

Beim Schmelzvorgang spielt die eutektische Temperatur eine bedeutende Rolle. Bei NaCl beträgt diese Temperatur -21° C. Dies hat zur Folge, daß die Grenze der wirtschaftlichen Verwendung bei ca. -10° C liegt, da anschließend keine effektive Tauwirkung vorhanden ist. Auch nimmt NaCl Wärme auf, wenn es beim Schmelzprozeß in Lösung geht (K + S, TECHN. MERKBLATT 1972).

2.3.2. Calciumchlorid

Calciumchlorid bildet im wasserfreien Zustand eine weiße, sehr hygroskopische Masse. Das spezifische Gewicht beträgt 2,2, wenn es aus dem Schmelzfluß erstarrt. Wasserfreies CaCl₂ löst sich in Wasser unter starker Wärmeentwicklung (+ 17,41 Kcal), die auf Hydratation zurückzuführen ist. Die Löslichkeit verläuft proportional der Temperatur und es werden leicht übersättigte Lösungen gebildet. Die eutektische Temperatur von CaCl₂ beträgt -50,6° C (REMY 1965). Die Grenze der wirtschaftlichen Verwendung als Auftausalz liegt bei ca. -20° C Lufttemperatur. Durch seine hohe Hygroskopizität bleibt die Fahrbahn nach einer Streuung naß, da Calciumchlorid in Lösung verbleibt und nicht auskristallisiert. Ein Nachteil von Calciumchlorid liegt in den hohen Kosten und den technischen Schwierigkeiten bei der Lagerung und bei der Ausbringung. Auch bewirkt das Salz den Schmelzvorgang nur an der Eisoberfläche und dringt nicht in die Tiefe ein. Eine Calciumchlorid-gesättigte Lösung enthält 59,5 g/100 g Wasser. Seine Löslichkeit ist bei 0° C um etwa 1,5, bei 100° C sogar um 4,0 mal höher als die von NaCl. Infolge der höheren Löslichkeit hat es einen niedrigeren Gefrierpunkt; man kann aber keinen gültigen Vergleich ziehen, da die Molekulargewichte sehr unterschiedlich sind (ADAMS 1973).

2.3.3. Magnesiumchlorid

In der Praxis liegt Magnesiumchlorid meist in Form von $MgCl_2 \cdot 6 H_2O$ (neben wenig $MgCl_2 \cdot 4 H_2O$) vor. Es handelt sich dabei um ein weißes Salz, das sehr hygroskopisch ist und an der Luft schnell zerfließt (REMY 1965). Das Magnesiumchlorid der Firma Kali und Salz AG hat einen mittleren Gehalt von 47 % $MgCl_2$. Nebenbestandteile sind H_2O (51,5 %), $MgSO_4$ (0,4 %), $NaCl$ (0,6 %), KCl (0,4 %) und Sonstiges (0,1 %). Das spezifische Gewicht von $MgCl_2$ beträgt 1,6 kg/l. Es besitzt eine äußerst schnelle Löslichkeit in Wasser und seine Lösung reagiert praktisch neutral. Die eutektische Temperatur liegt bei $-34^\circ C$ (REMY 1965). Beim Gebrauch als Auftaumittel liegt die Grenze der wirtschaftlichen Verwendung bei etwa $-15^\circ C$.

2.3.4. Mischungen verschiedener Auftausalze

Mischungen aus Natriumchlorid und Calciumchlorid sind in den USA weitverbreitet, während diese in der BRD kaum verwendet werden. $NaCl$ und $CaCl_2$ ergänzen sich in ihren Eigenschaften sehr gut. $CaCl_2$ nimmt Feuchtigkeit auf und gibt Wärme beim Schmelzprozeß ab, wogegen $NaCl$ keine Wärme benötigt und keine Feuchtigkeit absorbiert, um sich zu lösen (unter Laborbedingungen). Als Mischungsverhältnisse wurden in Experimenten Relationen von 1 Teil $CaCl_2$ zu 1–3 Teilen $NaCl$ gefunden. Bei fallenden Temperaturen sollte der Anteil an $CaCl_2$ steigen. Mischungen werden bei Temperaturen bis $-32^\circ C$ und bei der Notwendigkeit eines möglichst schnellen Auftauens von Schnee und Eis verwendbar. Es ergeben sich aber Schwierigkeiten bei der Ausbringung und der Mischung selbst; ferner werden die Kosten erhöht (KEYSER 1973).

2.4. Straßenwinterdienst

2.4.1. Entwicklung der Auftausalzanwendung

Um die Jahrhundertwende wurde der Schnee in den Großstädten Europas und den USA noch mit Schneepflügen und per Hand weggeschafft, was einen hohen Aufwand an Menschen, Tieren und Material verlangte. Schon bei einem der ersten Straßenwinterkongresse im Jahre 1914 in Philadelphia, USA, wurde nach neueren und einfacheren Methoden gesucht, um mit dem Schnee- und Eisproblem fertig zu werden.

Von der Möglichkeit, den Schnee zu schmelzen, wurde über die Beseitigung des Schnees durch Salz in den Städten Paris, London und Liverpool berichtet. Diese Methode konnte sich damals in den Vereinigten Staaten noch nicht durchsetzen und der Einsatz von Auftausalzen beschränkte sich bis 1941 weitgehend auf die Mischung von Sand und anderen abstumpfenden Stoffen mit Chloriden. In New Hampshire wurden die ersten Versuche, $NaCl$ als einziges Glättebekämpfungsmittel einzusetzen, durchgeführt und als diese Methode Erfolg zeigte, fand die Anwendung von Auftausalzen Mitte der Vierziger Jahre in allen Staaten der USA Verbreitung (MINSK 1970).

In Deutschland wurde der Einsatz von Auftausalzen bereits Anfang der Dreißiger Jahre im damaligen Regierungsbezirk Wiesbaden durch Versuche getestet. Zur Einführung dieses Verfahrens kam es aber erst Ende der Fünfziger Jahre, nachdem die Verwendung abstumpfender Stoffe nicht mehr tragbare Ausmaße angenommen hatte. Im Winter 1957/58 wurden auf den Bundesautobahnen durchschnittlich 63 t Splitt/km etc. gestreut und trotzdem konnte man damit dem Verkehr nur teilweise gerecht werden. Bei der Umstellung von abstumpfenden Stoffen auf Auftausalze lag der Verbrauch anfangs noch verhältnismäßig hoch und konnte sich erst nach ein bis zwei Wintern auf einen normalen Wert einpendeln (AHLBRECHT 1967).

2.4.2. Verbrauch von Auftausalzen

Der Verbrauch von Auftausalzen ist in hohem Maße von der Art und dem Verlauf der einzelnen Winter abhängig. Milde Winter mit viel Niederschlag und häufigem Frost-Tauwechsel erfordern wesentlich mehr Streumittel als strenge und trockene Winter. Der bisher höchste Salzverbrauch in der BRD wurde im Winter 1969/70 mit einem Durchschnitt von 50,2 t/km Autobahn erreicht.

Entwicklung des Verbrauchs von Auftausalzen auf Bundesautobahnen seit 1959 (Ahlbrecht 1974, BUNDESREGIERUNG 1971):

Jahr	Verbrauch t/km	Jahr	Verbrauch t/km
1959/60	3,72	1966/67	16,98
1960/61	4,46	1967/68	33,10
1961/62	7,87	1968/69	36,90

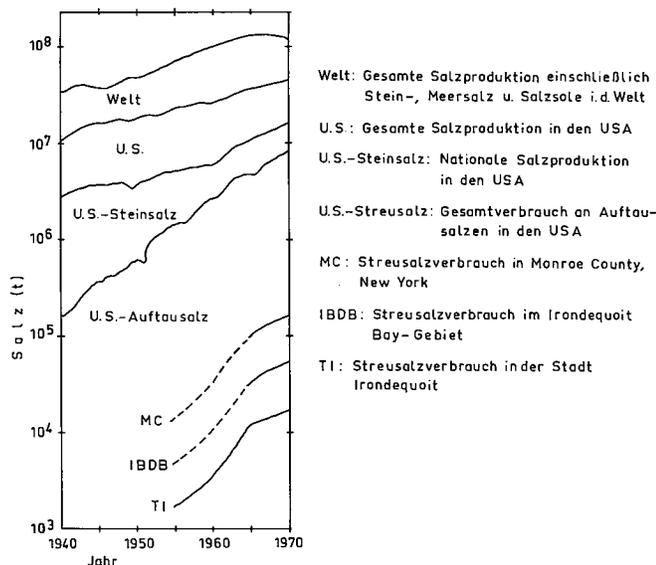
1962/63	18,26	1969/70	50,20
1963/64	11,90	1970/71	25,60
1964/65	17,84	1971/72	16,90
1965/66	20,62	1972/73	17,90
		1973/74	21,60

Der Gesamtverbrauch an Auftausalzen betrug 1969 in der BRD ca. 1 Mio t (Bundesregierung 1971). Der mittlere Verbrauch im Bereich der öffentlichen Straßen in Städten liegt bei ca. 1 kg/m². Im Winter 1969/70 wurde ein Spitzenverbrauch von rund 2,6 kg/m² ermittelt (RUGE 1971). Über den Verbrauch im privaten Bereich lassen sich bisher noch keine zuverlässigen Angaben machen. Untersuchungen in Hamburg und Bremen ergaben, daß dieser Anteil ziemlich hoch ist, da vielfach Schnee und Eis durch große Mengen von Auftausalzen zum Schmelzen gebracht werden. Neuere Schätzungen stufen daher den Anteil der Privaten am Gesamtverbrauch auf bis zu 50 % ein. Daraus läßt sich schließen, daß der Gesamtverbrauch an Auftausalzen in der BRD bei ca. 1,5 Mio t/anno liegen muß (BOCK 1974). Wie weit der Verbrauch schwanken kann, zeigen einige Spitzenwerte: Im Winter 1969/70 wurden von der öffentlichen Hand 1,8 Mio t Streusalz ausgebracht; im Winter 1969/70 wurden auf die Bundesautobahnen in Berlin 174 t/km Auftausalze gestreut (BOCK 1974). Stellt man die Zahlen des Streusalzverbrauchs von Hessen für die einzelnen Straßenarten einander gegenüber, so ergibt sich, daß BAB und Bundesstraßen, Landes- und Kreisstraßen sowie Ortsstraßen mit etwa je einem Drittel an dem Verbrauch von Auftausalzen durch die öffentliche Hand beteiligt sind (BOCK 1974).

In Frankreich lag der Verbrauch an Auftausalzen 1969 bei 350 000 t, die auf etwa 5000 km Nationalstraßen gestreut wurden, d. h. durchschnittlich 70 t/km. Für 1980 wird der Verbrauch auf ca. 800 000 t/anno geschätzt (FEVE 1973). In Großbritannien beträgt der jährliche Verbrauch 500 000 und 1 000 000 t (DAVISON 1971). Für die USA und Kanada wird ein jährlicher Verbrauch von rd. 12 Mio. t angegeben (DICKINSON 1973).

Im einzelnen gehen Angaben über die Entwicklung des Streusalzverbrauchs in den USA, in der Welt sowie der Salzproduktion (BUBECK et al. 1971) aus Abbildung 1 hervor.

Abb.1: Salzproduktion und Streusalzverbrauch



2.4.3. Beziehung zwischen Salzanwendung, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit

Seit der Anwendung auftauender Stoffe zur Glättebekämpfung ist auf den deutschen Bundesautobahnen der Anteil winterbedingter Verkehrsunfälle von 23–25 % auf 9–10 % der Jahresunfälle zurückgegangen. Ähnliches wird auch aus den anderen Ländern berichtet, die Auftausalze im Winterdienst verwenden. Bei der Betrachtung der Statistiken muß beachtet werden, daß die Verkehrssicherheit durch die Weiterentwicklung der Auto-

mobile und Verbesserungen im Straßenbau erheblich gestiegen ist.

Auch hat sich das Netz der Autobahnen stark vergrößert. Demgegenüber steht ein höheres Verkehrsaufkommen, das einen nicht zu unterschätzenden Einfluß auf die Unfallhäufigkeit hat, was auch an den gestiegenen Versicherungsbeiträgen in den letzten Jahren abzulesen ist (AHLBRECHT 1973).

Die Auftauwirkung der Salze darf aber nicht nur einseitig positiv gesehen werden. Oberflächliches Auftauen, wenn die Eisschicht auf der Straßenoberfläche noch in einer gewissen Dicke bestehen bleibt, hat zur Folge, daß sich die Verkehrsbedingungen gegenüber unterbliebener Streuung stark verschlechtern (ADAMS 1973).

Auch die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit des Salzes muß differenziert gesehen werden. Je sorgfältiger die Straße von Schnee und Eis gesäubert wird, um so besser kann der Frost in den Untergrund eindringen und um so ungeschützter ist die Straße den Temperaturunterschieden ausgesetzt. Dies führt zu einem höheren Verschleiß der Fahrbahndecken, vor allem dann, wenn man die Wirkung der Spikesreifen mit einbezieht. Es wurde festgestellt, daß ca. 10 000 PKW mit Spikesreifen rd. 100 g/m² Fahrbahndecke auf einer normalen zweispurigen Straße abtragen (ROSENGREN 1973). Dieser Schmutz verunreinigt wieder die Straßenmarkierungen sowie Scheinwerfer und Frontscheiben. Bei schlecht verarbeitetem Beton kann das Salz auch zu direkten Straßenschäden führen.

3. Einfluß des Natriumchlorids auf den Boden

3.1. Natriumchlorid im Boden

Der durchschnittliche Gesamtgehalt an Natrium in normalen Böden schwankt etwa zwischen 0,1 und 1% (BEAR 1964). Dies hängt damit zusammen, daß die natriumhaltigen Minerale in starkem Maße der Verwitterung ausgesetzt sind und die Bindung der Na-Ionen an die Bodenkolloide relativ gering ist, so daß das Natrium leicht ausgewaschen wird.

Das Natrium liegt im Boden in austauschbarer und nicht austauschbarer Form sowie in der Bodenlösung in gelöster Form vor. Hohe Na-Anteile an der Austauschkapazität des Bodens wirken sich infolge Dispergierung der Bodenkolloide sowohl auf die physikalischen Bodeneigenschaften als auch auf den Nährstoffhaushalt nachteilig aus (WOLKEWITZ 1960).

Chlor kommt im Boden praktisch nur in Form von Salzen vor. Die Cl-Gehalte von Böden sind in Abhängigkeit von der Bodenart und den klimatischen Verhältnissen sehr unterschiedlich. REITEMEIER et al. (1944) stellten in zahlreichen amerikanischen Böden Cl-Gehalte zwischen 110 und 5440 ppm, in Salzböden bis zu 41 000 ppm fest.

Im Gegensatz zu anderen Elementen befindet sich das Chlor im Boden fast vollständig im gelösten Zustand. Die Sorption der Cl-Ionen ist gering, da die Bodenkolloide im allgemeinen eine negative Oberflächenladung besitzen. Deshalb kann das Chlorion relativ leicht in das Grundwasser ausgewaschen werden (SCHRAUFNAGEL 1967).

3.2. Auftausalze und Salzanreicherung im Boden

3.2.1. Weg der Auftausalze in der Umwelt

Auftausalze bilden Gemische mit Schnee und Eis. Die dabei entstehenden Lösungsprodukte können verschiedene Wege durch die Umwelt antreten. Das Salz löst sich direkt im schmelzenden Schnee und fließt über die Kanalisation in die Oberflächengewässer ab oder fahrender Verkehr wirbelt Salzkörner oder Salzlösung in den Straßenrandbereich, wo es dann in den Boden versickert, für die Pflanzen verfügbar wird und schließlich in das Grundwasser gelangt oder sich auch direkt auf den Pflanzen ablagern kann. Einen Überblick dazu zeigt das Schema nach ADAMS (1973) in Abbildung 2.

3.2.2. Salzbewegung im Boden

3.2.2.1. Abhängigkeit von der Wasserbewegung

Die Verlagerung von Salzen im Boden hängt in erster Linie von der Bewegung des Bodenwassers ab, während die Diffusion eine untergeordnete Rolle spielt (GARDNER et al. 1957). Die Permeabilität des Bodens bestimmt die Qualität und der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens die Richtung der Wasser- und Salzbewegung (QAYYUM et al. 1962). Die Wasserbewegung erfolgt von Stellen niedrigerer zu Stellen höherer Saugspannung. Unter humiden Klimaverhältnissen ist sie im allgemei-

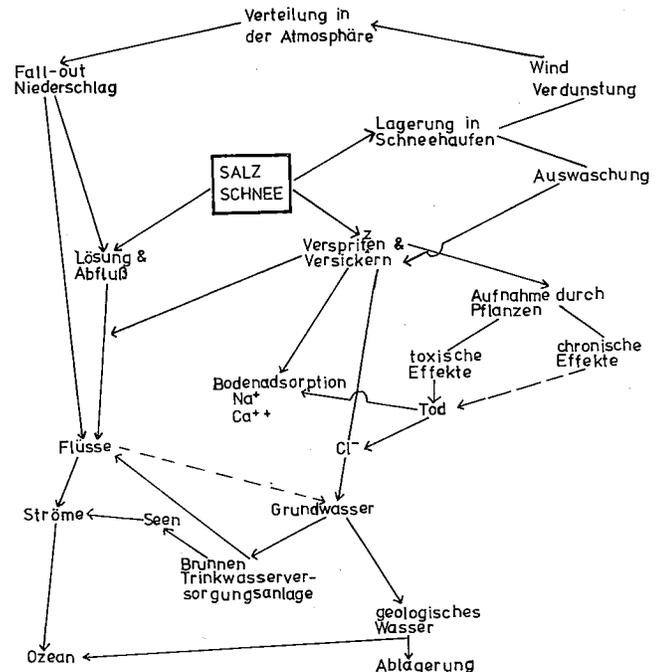


Abb. 2: Der Weg des Auftausalzes in der Umwelt (ADAMS 1973)

nen nach unten und in ariden Klimabedingungen meist nach oben gerichtet.

Bei Bodenfrostd wird die Wasserbewegung bis zu einem gewissen Grade beeinträchtigt. STOECKELER et al. (1960) fanden, daß die gefrorene Oberfläche einen höheren Feuchtigkeitsgehalt als der ungefrorene Boden darunter hat. Die Ursache liegt in dem Feuchtigkeitsanstieg von den nichtgefrorenen zu den gefrorenen Bodenschichten. Kontrollierte Feldversuche, bei denen KCl auf „Panoche clay loam“ gegeben und durch Zugabe von Wasser verlagert wurde, ergaben, daß Chloride durch wiederholte Wassergaben ausreichend ausgewaschen werden können (MILLER et al. 1965).

3.2.2.2. Abhängigkeit von der Temperatur

Frosttemperaturen können einen großen Einfluß auf die Infiltrationscharakteristika des Bodens haben. Je nach Bodenbedeckung, Bodentyp und Frostintensität können die Salze mehr oder weniger am Eintritt in den Boden gehindert werden. AUGUSTINE (1941) fand für Waldböden, die bis zu einer Tiefe von ca. 10 cm gefroren waren, noch normale Infiltrationsraten, währenddessen auf Acker- und Weideland unter gleichen Verhältnissen die Infiltration minimal war.

STOECKELER et al. (1960) stellten verschiedene Infiltrationsraten für mehrere Bodenarten fest. Bei sehr stark verschlämmten und gefrorenen Lehmböden lag die Einsickerungsrate weit unter der bei Sand, bei sonst gleichen Bedingungen. Dagegen stellten ZELAZNY et al. (1970) bei ihren Untersuchungen an einer Straße in Vermont, USA, im Winter eine Salzanreicherung bis in eine Tiefe von 45 cm fest und schlossen daraus, daß auch bei einem gefrorenen Oberboden eine Versickerung der Salze stattfindet.

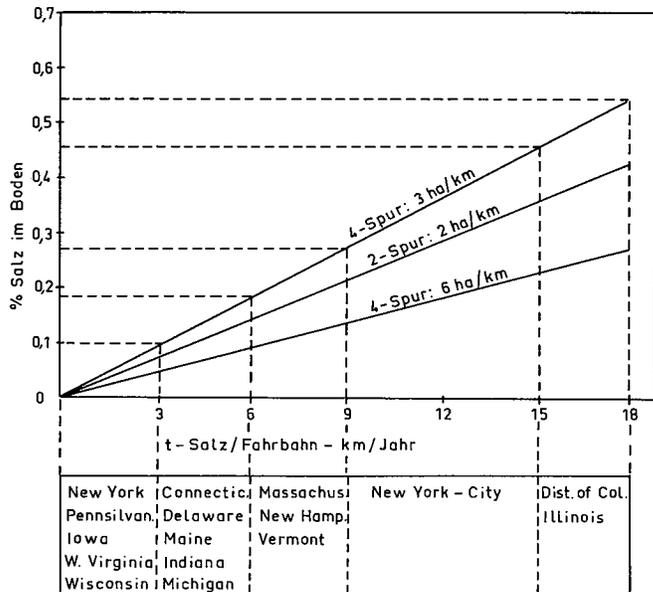
3.2.3. Na- und Cl-Anreicherung im Boden

Die Salzanreicherung im Boden infolge der Verwendung von Auftausalzen kann in etwa mit der durch Bewässerung in ariden Gebieten hervorgerufenen Sekundärversalzung verglichen werden, und auch die dort gesammelten Erfahrungen und angewendeten Untersuchungsmethoden können bei der Beurteilung und der Lösung der durch die Streusalzanwendung auftretenden Probleme herangezogen werden.

In den USA hat der langjährige und intensive Gebrauch von Auftausalzen schon an einigen Stellen zu nicht unerheblichen Veränderungen an Böden, Vegetation und Gewässern geführt, so daß es sinnvoll erscheint, Überlegungen anzustellen, inwiefern sich eine weitere Verwendung der Salze auch in Zukunft auf die weitere Entwicklung der oben genannten Umweltfaktoren auswirken könnte.

Die Berechnungen von BRANDT (1973) über die „potentiellen Salzgehalte“, d.h. die mögliche Salzkumulation in Böden entlang von Fernstraßen in den USA, weisen in diese Richtung und können bei einer Prognose über die weitere Entwicklung des Salzproblems an den Straßen behilflich sein. Bei seinem mathematischen Modell geht BRANDT (1973) von den bereits veröffentlichten Zahlen von HANES et al. (1970) aus, die den Durchschnittsverbrauch relevanter Bundesstaaten während fünf Wintern wiedergeben und stellt die berechneten Werte den Salztoleranzstufen verschiedener Pflanzen gegenüber.

Abb. 3: Durchschnittlicher Salzverbrauch verschiedener Bundesstaaten und seine Auswirkungen auf den Salzgehalt im Boden (BRANDT 1973)



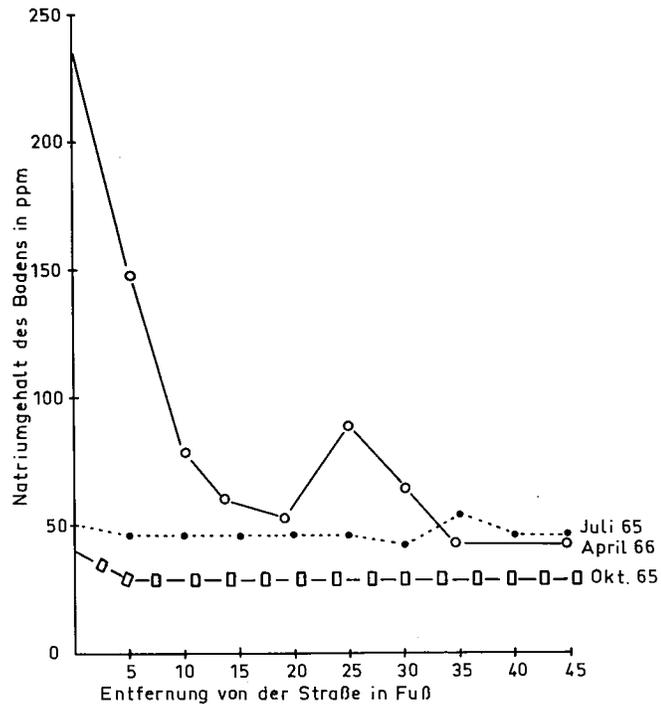
In Abbildung 3 wurden die von den Fernstraßenämtern der Bundesstaaten durchschnittlich verwendeten Streusalzmengen in Tonnen pro Fahrspurkilometer und Jahr als Basis übernommen und ein Verbleiben der gesamten Salzmenge im Straßenbereich als Hypothese unterstellt. Die daraus resultierenden Salzkonzentrationen werden als die maximal erreichbaren Versalzungsgrade angegeben, die in den Böden entlang von zwei- bis vierspurigen Fernstraßen auftreten können. Zur Berechnung des salzbeeinflussten Straßenbereiches wurden Randstreifenbreiten von 9 und 18 m angenommen. Es ergaben sich daraus Flächen von ca. 2 ha/km für eine zweispurige und von ca. 3 und 6 ha/km für eine vierspurige Fernstraße. Aus der Abbildung kann die zu erwartende Höhe des potentiellen Salzgehaltes im Boden in Abhängigkeit von der Streusalzmenge, den Fahrspuren und der Fläche des Straßenbereiches abgelesen werden, allerdings unter der oben erwähnten Voraussetzung, daß die Gesamtheit des gestreuten Salzes im Boden verbleibt und nicht mit dem Oberflächenwasser abgeführt bzw. mit dem Sickerwasser in das Grundwasser transportiert wird. Wird als Beispiel der Verbrauch des Vermont Fernstraßenamtes von ca. 6–9 t/km-Fahrbahn pro Jahr herausgegriffen, so errechnet sich ein Salzgehalt im Boden von 0,1 bis 0,3 %. Bei einem Vergleich der so ermittelten Werte mit analysierten Salzgehalten ergaben sich gute Übereinstimmungen. ZELAZNY et al. (1970) untersuchten die aktuellen Na- und Cl-Gehalte beiderseits von Straßen in unterschiedlicher Tiefe und zu verschiedenen Zeitpunkten in Vermont, USA. Die gemessenen Na-Konzentrationen, zwischen 0,01 und 0,1 %, ergaben bei der Umrechnung auf den Gesamtsalzgehalt Werte von durchschnittlich 0,25 % und liegen somit voll in dem Bereich der hypothetischen Werte. Es bleibt noch zu erwähnen, daß ZELAZNY et al. (1970) von allmählich steigenden wie auch fallenden Salzgehalten berichten, beides Möglichkeiten, die nicht in dem Modell berücksichtigt wurden.

3.2.3.1. Abhängigkeit von der Entfernung zur Straße
Neben der vertikalen spielt auch die horizontale Verlagerung der Auftausalze eine nicht unbedeutende Rolle bei der Salzanreicherung der Böden im Straßenbereich. Bei der Betrachtung der Salzgehalte in Abhängigkeit von der Entfernung zur Straße kommt dem Relief und den Windverhältnissen eine besondere Bedeutung zu.

Übereinstimmend mit anderen Autoren vertreten HUTCHINSON et al. (1967) die Meinung, daß die Salzkonzentration in den Böden im allgemeinen mit zunehmender Entfernung von der Straße abnimmt. Dieser Zusammenhang soll in Abbildung 4 veranschaulicht werden (HUTCHINSON 1969).

Bei dem in der Abbildung aufgeführten Beispiel lag die Na-Konzentration mit 235 ppm am Straßenrand am höchsten und fiel dann bis auf 39 ppm in etwa 14 m Entfernung ab. Die

Abb. 4: Salzgehalt des Bodens in Abhängigkeit von der Entfernung (HUTCHINSON 1967)



analysierten Bodenproben wurden aus ca. 15 cm Tiefe entnommen und die resultierenden Werte geben die Zahlen vor und nach den Salzstreuungen eines Winters an. Die Chloridwerte zeigten zwar eine ähnliche Entwicklung, doch verschob sich das Maximum in eine Entfernung von 3 m von der Straße, was auf eine leichtere Verlagerung zurückgeführt werden könnte. Im übrigen lagen die Konzentrationen für Chlorid unter denen von Natrium. Neben einer Abnahme der Salzkonzentration stellten PRIOR et al. (1967) auch kleinere Schwankungsbreiten bei zunehmender Entfernung fest.

ZELAZNY et al. (1970) untersuchten an einer Fernstraße in Vermont den Einfluß des Reliefs auf die Salzanreicherung und fanden auf der Seite mit abfallender Böschung um 6–10fach höhere Werte als auf der ansteigenden Seite. Die höchsten Werte mit 2577 ppm Chlorid und 1080 ppm Natrium wurden in einer Entfernung von ca. 0,9 m gemessen, während das Mittel bei einer Probennahme aus 2–6 m für Cl⁻ 268 ppm und für Na⁺ 243 ppm ergab. DAVISON (1971) konnte in Nord-Ostengland bis zu einer Entfernung von 2 m beträchtliche Anstiege der Salzkonzentration feststellen. Als Höchstwert wurde bei 10 cm Abstand 153,76 mval/l (3537 ppm) Na und ein Natriumanteil an der Austauschkapazität von 52 % ermittelt.

Nach den Untersuchungen von TIEMANN (1972) an einer Teilstrecke der BAB Hamburg-Kassel führten die Streusalzbehandlungen bis zu einer Entfernung von 10 m zu Na- und Cl-Anreicherungen im Boden. Maximale Konzentrationen wurden bei einem Abstand von 2 m mit 540 mg/l Na⁺ und mit 234 mg/l

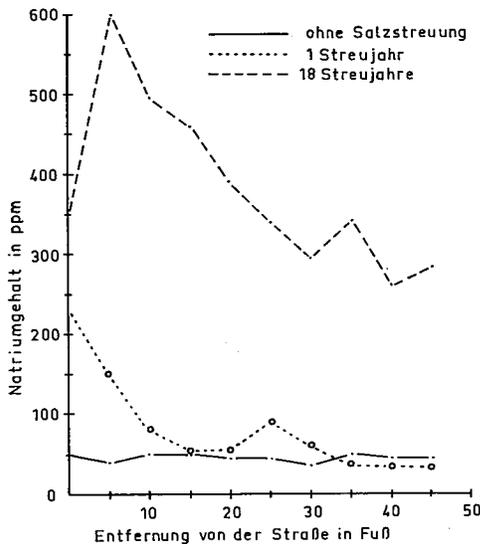
Cl⁻ gefunden, wobei der Na-Anteil an der Austauschkapazität bei 24 % lag.

In den USA konnten auch noch in größerer Entfernung Salz-anreicherungen in Böden entlang von Fernstraßen ermittelt werden. Bei einem Gefälle von unter 10 % konnten HUTCHINSON et al. (1967) noch in einer Entfernung von über 18 m Na-Anreicherungen bis 384 ppm und Cl-Anreicherungen bis 263 ppm in Böden von Maine feststellen. Von PRIOR et al. (1967) wurden in Connecticut noch in einer Entfernung von ca. 30 m vom Straßenrand NaCl-Konzentrationen bis zu 166 ppm nachgewiesen.

3.2.3.2. Abhängigkeit von der Anzahl der Streujahre

In den USA ist die Verwendung von Streusalzen schon seit mehreren Jahrzehnten üblich. Es konnten deshalb Untersuchungen angestellt werden, die der Frage nach der Möglichkeit von Salzzakkumulationen im Laufe der Zeit nachgehen. Nach einer Studie (HUTCHINSON 1966) im Staate Maine im Nordosten der Vereinigten Staaten zeigte es sich, daß infolge ständiger Verwendung von Streusalzen der Gehalt der an der Fahrbahn angrenzenden Böden an Natrium und Chlor an einigen Stellen beträchtlich angestiegen war. Es zeigte sich schon nach einem Streujahr ein Anstieg der Konzentration in einem Streifen von bis zu 9 m Breite längs der Straße auf das Drei- bis Fünffache. Nach 17 Streujahren konnte sogar noch in einer Entfernung von 14 m wesentlich erhöhte Salzkonzentration im Boden ermittelt werden. In einer weiteren Publikation berichten HUTCHINSON et al. (1967) von fünfzehnfach höheren Konzentrationen am Straßenrand gegenüber dem umliegenden Gebiet. Selbst in einer Entfernung von 9 m zeigten sich noch achtmal höhere Werte. Die betreffende Straße wurde seit 18 Jahren mit Auftaustoffen gegen Winterglätte behandelt (Abb. 5).

Abb. 5: Salzkonzentration in Abhängigkeit von der Anzahl der Streujahre (HUTCHINSON 1967)



Beim Vergleich unterschiedlicher Streudauer konnte ein weitgehend proportionaler Anstieg der NaCl-Konzentration im Boden nachgewiesen werden. Es muß noch hinzugefügt werden, daß die Konzentrationen der Chloridionen unter denen des Natriums lagen. Bei den untersuchten Böden handelte es sich um marine Sedimente, die ohne NaCl-Gaben Werte von 30–40 ppm Na enthielten. Das Chlorid lag bei den Kontrollen nur in Spuren vor. Bei der Untersuchung einer Hauptfernstraße wurden die höchsten Werte ermittelt. Sie lagen für Natrium zwischen 11 und 785 ppm für Chlorid zwischen Spuren und 715 ppm.

Betrachten wir den Na-Wert von 785 ppm gesondert und stellen einen Vergleich mit den natürlich auftretenden Na-Gehalten in Salzböden her, so ergibt sich folgende Sachlage: Unter der Voraussetzung, daß die Gesamtheit des bestimmten Natriums in sorbierter Form vorliegt und einer Sorptionskapazität des Bodens von 20 mval/100 g, bedeutet ein Na-Gehalt von

785 ppm, entsprechend 3,4 mval, daß 17 % aller Sorptionsstellen von Natrium belegt sind. Nach der für Salz- und Natriumböden üblichen Einteilung wäre dieser Boden als Natriumboden (Anteil des sorbierten Na größer als 15 %) einzustufen. Dieses Beispiel wurde von HUTCHINSON et al. (1967) übernommen, der den Na-Wert durch Extraktion des Bodens mit 1 n NH₄O Ac-Lösung und dabei ein bei JACKSON (1958) beschriebenes Verfahren anwendete.

3.2.3.3. Abhängigkeit vom Witterungsverlauf

Saisonale Schwankungen des Salzgehaltes entlang von Straßenrandböden wurden bisher nur in geringem Maße studiert. Das vorliegende Material beschränkt sich meist auf Bodenanalysen bis Anfang April. Von Beginn der Vegetationsperiode bis September/Oktobre liegt also kein relevantes Material vor. PRIOR et al. (1967) berichten aus Connecticut über eine relativ starke Verlagerung der löslichen Salze in tiefere Horizonte. Im April soll schon der überwiegende Teil der Salze aus den oberen Schichten ausgewaschen sein. Dieser Prozeß setzt sich während des Sommers fort und bei Beginn des nächsten Winters haben die Werte ihren tiefsten Stand erreicht. DAVISON (1971) kam zu denselben Ergebnissen und konnte im September nur noch geringe Na-Gehalte feststellen. Außerdem ermittelte er normale Leitfähigkeitswerte, obwohl der vorausgegangene Sommer ungewöhnlich warm und trocken gewesen war.

GOLWER et al. (1973) ermittelten in mehrjährigen Untersuchungen, daß die Auftausalze aus einer 1,2 m mächtigen Schicht, bestehend aus mittelkörnigen Sanden und mittel- bis grobkörnigen Sanden nur verhältnismäßig langsam ausgewaschen wurden. Noch im April konnten überhöhte Chloridwerte (über 100 mg/l) im Sickerwasser gefunden werden. Die Jahresniederschläge reichten nicht aus, um das Auftausalz vollständig auszuwaschen. Dies hatte eine Beeinflussung des Grundwassers durch Auftausalze während des ganzen Jahres zur Folge.

Literatur

- ADAMS, F. S., 1973: Highway salt: social and environmental concerns. Highw. Res. Board, Res. Rec. 425. 3–13.
- AHLBRECHT, H., 1966: Straßenwinterdienst und Wirtschaftlichkeit. Straßen- und Tiefb., H. 12.
- AHLBRECHT, H., 1967: Die Entwicklung des Winterdienstes auf den Bundesfernstraßen von 1956–1966. Straßen- und Tiefb., H. 2.
- AHLBRECHT, H., 1972: Auftausalz und Umwelt. Inf.-Dienst d. Dtsch. Salzindustrie 1. 12/72.
- AHLBRECHT, H., 1973: Maßnahmen zur Sicherheit des Straßenverkehrs im Winter. Vortrag beim Int. Straßenwinterkong. 1973 in Finnland; zit. IDS 1973.
- AHLBRECHT, H., 1974: Persönliche Mitteilungen vom 24. 1. 1974.
- AUGUSTINE, M. T., 1941: Infiltration runs on frozen soil. Proc. Soil Sci. Soc. America, 6. 435–437.
- BEAR, F. E., 1964: Chemistry of the soil. Reinhold Publ. Corp. New York, Sec. Ed.
- BOCK, 1974: Arbeitspapier der Arbeitsgr. Gewässergefährdung durch Auftausalze. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Unveröffentlicht.
- BRANDT, G. H., 1973: Potential impact of sodium chloride and calcium chloride deicing mixtures on roadside soils and plants. Highw. Res. Board, Res. Rec. 425. 52–66.
- BUBECK, R. C. et al., 1971: Runoff of deicing salt: effect on Irondequoit Bay, Rochester, New York. Science 172. 1128–1131.
- BUBECK, R. C. et al., Bundesregierung 1971: Materialien zum Umweltprogramm der Bundesregierung, Umweltplanung.
- CZERATZKI, W., 1961: Der Einfluß von natriumhaltigem Beregnungswasser auf die Bodenstruktur, dargestellt am Beispiel eines Lehmbodens (Löß). Zschr. f. Kulturtech. 2. 217–228.
- DAVISON, A. W., 1971: The effects of deicing salt on roadside verges. J. of Appl. Ecol. 8. 555–561.
- DAVISON, A. W., 1971: Kurzinformation – Streusalzanwendung – der Dtsch. Solvay Werke Solingen, 17. 8. 1971.
- DICKINSON, W. E., 1973: Referat auf der Tagung über Verkehrssicherheit im Winter in Monthéry bei Paris; zit. in IDS 6 – 9/73.
- DIETRICH, B., 1960: Die Verschmutzung des Rheins. Umschau 6. 161–162.
- DUNNERY, D. A., 1970: Chemical melting of ice and snow on paved surfaces. Highw. Res. Board, Spec. Rep. 115. 172–176.
- FEVE, M., 1973: Ref. auf der Tagung über Verkehrssicherheit im Winter

in Montlhéry bei Paris; zit. nach IDS 6 — 9/73.

FREI, E., 1960: Salzsäuren durch zu hohe Düngergaben. Mitt. Schweiz. Landw. 8. 122–128.

FREI, E., 1960: Stern Magazin Nr. 18/1971.

FREI, E., 1964: Salzsäuren durch zu hohe Düngergaben. Mitteil. f. d. Schweiz. Landwirtschaft 8. 122–128.

GARDNER, W. R. et al., 1957: Descriptive theory of leaching. Soil Sci. 83. 295–304.

GOLWER, A. et al., 1973: Belastung des Bodens und des unterirdischen Wassers durch den Straßenverkehr. Gas- und Wasserfach 114. 154–165.

HANES, R. E. et al., 1970: Effects of deicing salt on water quality and biota. Nat. Coop. Highw. Res. Prog. Rep. 91.

HUSEMANN, C. et al., 1960: Untersuchungen über den Nährwert vorbehandelter Siedlungsabwässer. Zschr. f. Kulturtechn. 1. 26–50.

HUTCHINSON, F. E., 1966: Accumulation of road salt in soils along Maine highways. Maine Farm Res. 14. 13–16.

HUTCHINSON, F. E. et al., 1967: The relationship of road salt applications to sodium and chlorid ion levels in the soil. Highw. Res. Board, Res. Rec. 193. 1–7.

JACKSON, M. L., 1964: Soil chemical analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs.

JACKSON, M. L., 1964: zit. in Technisches Merkblatt: Eis/Schnee und Streusalz der Kali + Salz AG a/59 Juli 1972.

KEYSER, H. J., 1973: Deicing chemicals and abrasives: state of art. Highw. Res. Board, Res. Rec. 425. 36–51.

KREB, K., 1960: Salzsäure-Schädigungen bei Kulturpflanzen. Zschr. f. Pfl.-Krankh. 67. 385–399.

LIPPER, R. I. et al., 1969: Control of water pollution from large animal feed lots. VII. Congr. Int. Genic Rural, Baden-Baden.

LÜSSEM, H., 1968: Mineralstoffgehalt im Rhein in Abhängigkeit vom Abfluß. Vom Wasser 35. 150–159.

MINSK, D. L., 1970: A short history of man's attempt to move through snow. Highw. Res. Board, Spec. Rep. 115. 78–86.

MILLER, R. J. et al., 1965: Chloride displacement in "Panoche Clay Loam" in relation to water movement and distribution. Water Resources Res. 1. 63–73.

MILLER, R. J. et al., 1965: Merkblatt für Maßnahmen gegen Winterglätte auf Straßen, Ausgabe 1969, Forschungsgesellschaft f. d. Straßenwesen.

MILLER, R. J. et al., 1965: zit. in Merkblatt für den Winterdienst in Städten und Gemeinden, Ausgabe 1973, Forschungsgesellschaft f. d. Straßenwesen.

MÜLLER, W., 1967: Probleme der Kaliabwasserbeseitigung. Fortschritte d. Wasserchemie 7. 147–159.

PRIOR, G. A. et al., 1967: Study of salt pollution of soil by highway salting. Highw. Res. Board, Res. Rec. 193. 8–18.

QUAYYUM, M. A. et al., 1962: Salt concentration gradients in soils and their effects on moisture movement and evaporation. Soil Sci. 20. 176–188.

REMY, H., 1965: Grundriß der anorganischen Chemie.. AVG, Leipzig.

REITEMEIER et al., 1944: Reliability of the pressure-membran method for extraction of soil solution. Soil Sci. 57. 119–135.

ROSENGREN, 1973: Glättebekämpfung unter besonderer Berücksichtigung von Spikesreifen. Vortrag beim Int. Straßenwinterkongreß 1973 in Finnland; zit. nach IDS 1973.

RUGE, U., 1971: Erkennen und Verhindern von Auftausalzschäden an Straßenbäumen der Großstädte. Nachrbl. d. Dt. Pflanzenschutz. 23. 133–137.

SCHRAUFNAGEL, F. H., 1967: Pollution aspects associated with chemical deicing. Highw. Res. Board, Res. Rec. 193. 22–33.

STOECKELER, J. J. et al., 1960: Infiltration rates in frozen soils in N. Minnesota. Proc. Soil Sci. Soc. America 24. 137–139.

STOECKELER, J. J. et al. 1960: Streusalz aus Frankreich, Kostengegenüberstellung zu Borther Streusalz. Straßenbauamt Gießen, 15. 2. 1973.

TIEMANN, K. H., 1972: Die Auswirkungen des Straßenverkehrs auf Boden, Wasser u. Pflanze. Zschr. f. Kulturtechn. 13. 90–108.

TRAVIS, D. C. et al. 1971: Lagoon water from cattle feedlot runoff. Proc. Soil Sci. Soc. America 35. 122–126.

WOLKEWITZ, H., 1960: Untersuchungen über die Auswirkungen der Kationenbeladung auf die physikalischen Eigenschaften des Mineralbodens. Zschr. f. Kulturtechn. 1. 162–174.

van VEEN, J., 1956: Die Versalzung der niederländischen Marschen und ihre Bekämpfung. Die Küste 5. 73–86.

ZIEMANN, H., 1967: Die Wirkung der Kaliabwässer auf die Flora und Fauna der Gewässer. Fortsch. d. Wasserchemie 7. 50–80.

ZELAZNY, L. W. et al., 1970: Effects of deicing salts on roadside soils and vegetation. Highw. Res. Board, Res. Rec. 335. 9–11.

Anmerkung:

Einfluß von Auftausalzen auf Boden, Wasser und Vegetation

Teil II Beeinflussung von Wasser

Teil III Einfluß auf die Vegetation

sind zur Veröffentlichung in RASEN-TURF-GAZON 2/1975 vorgesehen.

Zusammenfassung

Die Anwendung der Auftausalze ist im modernen Straßenwinterdienst nicht mehr wegzudenken. Sie wird für einen sicheren Straßenverkehr im Winter für unentbehrlich gehalten. Andererseits werden schädliche Auswirkungen auf Menschen und Tiere, Boden und Pflanzen, Oberflächengewässer und Grundwasser langsam erkennbar. Als Auftausalze finden Natrium-, Calcium- und Magnesiumchlorid Verwendung. Davon sind Calcium- und Magnesiumchlorid nur von untergeordneter Bedeutung. Der Durchschnittsverbrauch pro Streuung liegt in der BRD bei 15–30 g/m², der durchschnittliche Jahresverbrauch bei 1 Mio. t Auftausalz. In den USA begann man schon Anfang der Vierziger Jahre mit der reinen Salzstreuung auf den Fernstraßen der Nordoststaaten. Hohe Streumengen und lange Streudauer führten zu einer Anzahl von Schäden im Straßenrandbereich. Die Wirkung auf Böden beinhaltet ungenügende Nährstoffversorgung und Durchlässigkeit sowie eine Dispergierung der Bodenkolloide, die aus fehlender Aggregation und mangelnder Versickerungsmöglichkeit resultieren. In Untersuchungen konnte eine gute Beziehung zwischen Anzahl der Streujahre sowie der Entfernung zur Straße und Na- und Cl-Gehalten ermittelt werden. Anscheinend reichen die Niederschläge in einigen Gebieten nicht aus, um die winterlichen Streusalzgaben im Laufe eines Jahres wieder auszuwaschen, so daß es zu einer Anreicherung der Salze im Boden kommen kann.

Summary

The application of road salts seems to be inevitable if a modern road service and safe traffic conditions are to be ensured in winter. There are, on the other hand, indications of detrimental effects on man, animal, soil and plants, surface water and ground water.

The road salts used are sodium chloride, calcium chloride and magnesium chloride; calcium and magnesium chloride are, however, of minor importance. On an average, 15 to 30 g g/m² are distributed each time in the Federal Republic of Germany, whereas the average annual consumption of road salts amounts to 1 mill. tons.

Pure road salts were used in the north-eastern States of the United States of America on long-distance highways already in the early forties. The application of great amounts over long periods resulted in considerable damage to road banks. The soils showed the following detrimental effects: insufficient supply of nutrients; insufficient permeability and dispersion of the soil colloids as a result of lacking aggregation and lacking opportunities of discharge. Studies showed that there is indeed a relationship between the number of years during which road salts were applied, the distance to the road concerned, and the contents of Na and Cl. The road salts applied in winter are not washed away over the year in some areas due to insufficient rainfall, which means that the salt contents in the soils may increase.

Die Produktion und Lieferung von Fertigrasen

P. Poulsen, Hamburg

Im Garten- und Landschaftsbau hat der Rasen in den letzten 10–15 Jahren eine dominante Führungsposition eingenommen. Zum Teil auf Kosten anderer gärtnerischer Elemente, wie zum Beispiel Sträucherbepflanzung, Steingärten, Staudenrabatten und Gemüseärten. Die Ursachen sind hierfür vielfältig und von verschiedener Natur. Einmal in dem steigenden Bedarf an Sportplätzen und Freizeit-Centren, zum anderen in privaten Gartenanlagen und bei Wohnungsbauten, wo man den Rasen bevorzugt, gegenüber den oben erwähnten gärtnerischen Bepflanzungen. Aber auch in der Landschaftsgestaltung selbst, wie an Autobahnstrecken, Kanalbauten, Küstenschutz und bei Industrieansiedlungen werden mehr denn je Rasenflächen angelegt.

Diese Entwicklung hat natürlich zu erhöhter und reger Geschäftstätigkeit geführt, sowohl innerhalb der unmittelbaren Fachkreise, wie beispielsweise die Saatzucht und Düngerfabrikation, aber auch die Chemiebranche und der Maschinenbau haben hier Absatzmöglichkeiten entdeckt. Das heutige Angebot an Mähmaschinen, Rasenpflegegeräte, Rasendünger, Schädlingsbekämpfungsmitteln usw. zeigt uns deutlich, mit welcher Intensität ein verstärkter Absatzmarkt angestrebt wird. Daß diese Expansion auch zu Auswüchsen führen kann, die nicht immer der Sache dienlich sind, ist eine natürliche Folge und Realität unserer Marktwirtschaft.

Auch der Fertigrasen oder sogenannter Rollrasen ist ein Kind dieser Entwicklung. Fertigrasen wird von Rasenschulen bzw. Sodfarms kultiviert und vertrieben. Es hat allerdings relativ lange gedauert, bevor der Fertigrasen akzeptiert und salonfähig wurde. Hierbei kann festgestellt werden, daß bei Berufs- und Fachleuten eher eine negative Einstellung zum Fertigrasen besteht, als bei dem privaten Gartenbesitzer und Rasenliebhaber.

Untersucht man aber diese negative Einstellung zum Fertigrasen, die in einigen Gebieten sogar zu rückläufiger Entwicklung geführt hat, ist das Resultat für den Fertigrasenproduzenten, oder sagen wir lieber in dieser Verbindung, Fertigrasenhändler weniger schmeichelhaft. Denn nicht der Bedarf oder das Interesse an Fertigrasen fehlten, sondern das Angebot über wirklich qualitativ guten Fertigrasen. Jahrelang wurde das Fertigrasengeschäft folgendermaßen betrieben und es wird heute noch stellenweise so weitergeführt.

Erstens bemüht man sich um Aufträge. Wenn man dann einen Auftrag erhalten hat, geht man los auf die Suche nach Fertigrasen und diese Suche endet bei irgendeinem Bauern, der eine einigermaßen gute Weide zur Verfügung stellen kann. Hier wird Fertigrasen abgeschält. Um Qualitätsunterschiede vorzutauschen, wird diese Weide etwas frisiert durch Mähen, Abkehren oder evtl. sogar Unkrautspritzen.

Daß hierdurch der Fertigrasen in Mißkredit geraten ist, soll uns nicht wundern und es ist anzunehmen, daß solche Geschäftsmethoden auch in Amerika dazu geführt haben, daß der Fertigrasen drüben bestimmte Normen und Qualitätsbegriffe haben muß.

Hier in Deutschland haben wir in jüngster Zeit DIN-Normen für Rasen, die auch Ausführungen für Fertigrasen enthalten. Nur leider sind diese noch zu wenig publik und werden zu wenig beachtet, weil sie zur Zeit nur eine formale Richtlinie oder Empfehlung darstellen.

Innerhalb der Nationen oder Länder, wo Fertigrasen produziert werden, ist die Entwicklung sehr differenziert, mit Nord- und Mittelamerika schon allein in der Größenordnung an der Spitze. Hier hat man Rasenschulen von über 800 Hektar, aber auch in technischer Hinsicht sind diese uns Europäern etwas voraus. Besonders bemerkenswert und nachahmenswert finde ich persönlich die amerikanischen gesetzlichen Bestimmungen über Qualität und Lizenzvergaben für die Fertigrasenproduktion. Es ist zu erwarten, daß auch hier in Europa in der nächsten Zeit solche Qualitätsbestimmungen eingeführt werden. Nun ist die Fertigrasenproduktion natürlich nicht allein eine Frage des Bedarfs oder des Interesses, sondern sie ist weitgehend klimatisch bedingt. Aus diesem Grund ist die Fertigrasenproduktion hauptsächlich in solchen Gegenden zu finden, die wirtschaftlich günstig sind in Bezug auf Bodenstruktur

und Klima. Ein typisches Beispiel hierfür zeigt uns Holland, wo nach meiner Information ca. 30 Firmen sich heute mit der Produktion und dem Vertrieb von Fertigrasen befassen. Auch in Skandinavien und hier in Deutschland ist in den letzten Jahren eine steigende Tendenz festzustellen.

Wie anfangs erwähnt, ist die Materie Fertigrasen relativ neu und hat für diejenigen, die vor 15–20 Jahren damit angefangen sind, viel Pionierarbeit gefordert. Daß hierbei auch Fehl- und Rückschläge in Kauf genommen werden mußten, ist selbstverständlich. Deswegen muß ein Rasenproduzent nicht allein ein guter Rasenfachmann sein, sondern auch ein Idealist mit einer guten Portion Optimismus.

Zum Thema Fertigrasen eine kurze Gegenüberstellung: Fertigrasen kontra Neuansaat. Bei der Neuansaat fängt die erste Schwierigkeit schon an beim Saateinkauf und dem erforderlichen Dünger. Schwierig insofern, weil weder der Gärtner noch der Laie sich hierin auskennen. Man vertraut auf die schöne Verpackung und auf daß es was wird. Je größer das Angebot ist, je größer ist auch die Unsicherheit, und das Angebot ist heute sehr groß. Gerade dieses Überangebot macht oft den Käufer konfus und unsicher. Mit den täglichen Gebrauchsgütern wie zum Beispiel Waschmitteln, Zigaretten oder Margarine sieht es natürlich anders aus, denn hier kann man, ohne großen Verlust und Risiko schnell eine Marke oder ein Fabrikat wechseln. Einen Rasen legt man aber nicht jeden Tag an; und das macht gerade das Risiko hier so groß.

Dieses Risiko und dieser Ärger fallen jedoch weitgehendst beim Fertigrasen weg, denn ein Fertigrasen ist augenscheinlich, ist prüfbar, kontrollierbar und ist zu begutachten, kurz gesagt, man kann sich über die Qualität vor dem Kauf informieren.

Leider aber wird die Möglichkeit einer Kontrolle oder Information über das Angebot und die Qualität von Fertigrasen vor dem Kauf wenig wahrgenommen. Die meistgewählte Form bei der Bestellung von Fertigrasen ist die telefonische oder schriftliche. Und, kurioserweise, je größer der Auftrag, je gleichgültiger ist man mit der Besichtigung und Inaugenscheinnahme der Qualität. Die meisten Behörden und Sportvereine, die ganze Sportplätze bei uns bestellen von 10 000 bis 20 000 qm, haben unsere Rasenschule noch nie gesehen und unsere Qualität noch nie geprüft. Auf der anderen Seite muß ich mich oft stundenlang mit einem Privatkunden unterhalten. Er möchte möglichst die ganze Rasenschule besichtigen, sämtliche Qualitäten prüfen und am Ende kauft er vielleicht 10 qm. Gerade hierin liegt meiner Ansicht nach die hauptsächlich Ursache für Fehldispositionen und die später auftretenden Verärgerungen und Differenzen zwischen Lieferant und Käufer. Solange gesetzliche Bestimmungen über DIN-Normen und Qualität von Fertigrasen nicht bestehen, möchte ich dringend jeden Interessenten oder Käufer von Fertigrasen raten, vor einem Vertragsabschluß die angebotene Rasenqualität zu prüfen. Ohne solche Maßnahmen sind evtl. spätere Reklamationen oder

Bild 1 zeigt das Laden von Fertigrasen mit dem Unimog-Hublader



Beanstandungen schwierig durchzufechten. Hier soll man das alte Sprichwort beherzigen: Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser. Eine seriöse und korrekt geführte Rasenschule hat ja nichts zu verbergen. Ich persönlich freue mich immer, wenn Interessenten oder Fachleute zu mir kommen, um meine Rasenschule zu besichtigen.

Produktion von Fertigrasen

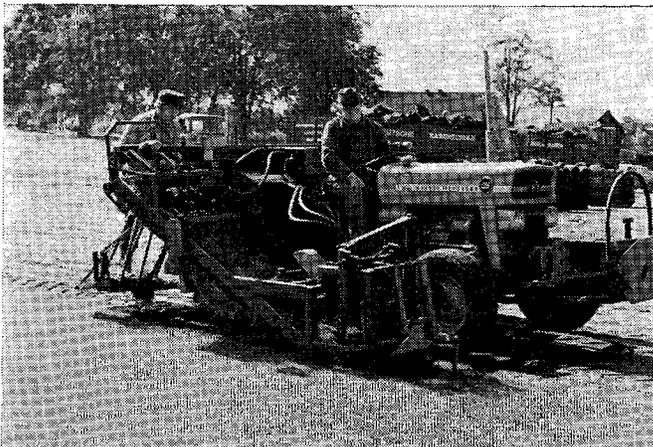
Als erste Rasenschule hier in Deutschland bin ich 1959 mit der Fertigrasenproduktion angefangen. Unsere Kulturfläche betrug damals 3 Hektar. Heute kultivieren wir gut 90 Hektar. Bei der Gründung einer Rasenschule gibt es verschiedene Merkmale und Voraussetzungen, die beachtet werden müssen. Primär hiervon ist der vorgesehene Boden. Obwohl Gräser in fast allen Bodenarten wachsen und gedeihen, je nach Sorte und Art, genügt diese Tatsache für die Kultivierung von Fertigrasen nicht. In der DIN-Norm für Fertigrasen hat man sich meiner Meinung nach zu stark in der vorgesehenen Bodenanalyse festgelegt. Ich kenne nur wenige Rasenschulen, die diese Forderung erfüllen können. Im norddeutschen Raum kann diese Forderung erfüllt werden. Im mittel- und süddeutschen Raum dagegen ist es ungleich schwieriger, die vorgeschriebenen Kulturböden aufzutreiben. Der idealste Boden ist ein sandiger, leicht anmooriger, schwarzer Humusboden; solcher Boden ist vollkommen steinfrei, wasserdurchlässig aber auch wasserspeichernd. Diese Bodenarten findet man vorwiegend in niedrig liegendem und ebenem Flachland mit geringen Höhenunterschieden und einem relativ hohen Grundwasserspiegel.

Der einzige Nachteil solcher Idealböden ist ihre etwas niedrige Bodentemperatur, die im Schnitt 1–2 Grad unter normal liegt. Ein zweiter Faktor, der für eine Rasenschule wichtig ist, sind gute Abfahrtsmöglichkeiten von den Feldern. Man muß bedenken, daß man mit Fernzügen an die Felder heranfahren muß. Auch hier muß im Tiefland mit größeren Schwierigkeiten gerechnet werden, als in höher liegenden Terrains. Als dritter Faktor müssen Bewässerungsmöglichkeiten geplant und vorgesehen werden, sei es in Form von Flüssen, Bächen oder Brunnen. Hier bietet das Tiefland gegenüber dem Hochland Vorteile. Erstens in der Wasserbeschaffung selbst und zweitens, weil eine Beregnung weit weniger erforderlich ist.

Die zur Kultivierung von Fertigrasen ausgewählten Flächen sollen eine Gesamtgröße von minimal 5 bis maximal 10 Hektar betragen. Dieses ist für eine rationelle und ökonomische Bearbeitung wichtig. Auch soll man, bevor man Pachtverträge oder Kaufverträge über solche Flächen abschließt, sich mit der örtlichen Gemeinde und Landwirtschaftskammer in Verbindung setzen, um klarzustellen, daß gegen eine Inbetriebnahme keine Bedenken oder Auflagen bestehen.

Nachdem nun die passenden Felder beschafft sind, kommt die Anschaffung und richtige Auswahl der Bearbeitungsmaschinen und Kultivierungsgeräte. Zu einer gut fundierten Rasenschule gehört ein relativ großer Maschinenpark, wobei es sich vorwiegend um Spezialmaschinen handelt. Eine gut ausgerüstete Werkstatt mit geschultem Personal, sowie Waschanlage, Tankstelle, Abschmierstätte und ein gut sortiertes Ersatzteillager.

Wer nun glaubt, alles Erforderliche angeschafft zu haben und in den nächsten 5–10 Jahren nicht mehr investieren zu brauchen, wird spätestens nach ein bis zwei Jahren eines besseren Bild 2 zeigt die automatisch aufrollende Sodenschneidemaschine von vorn

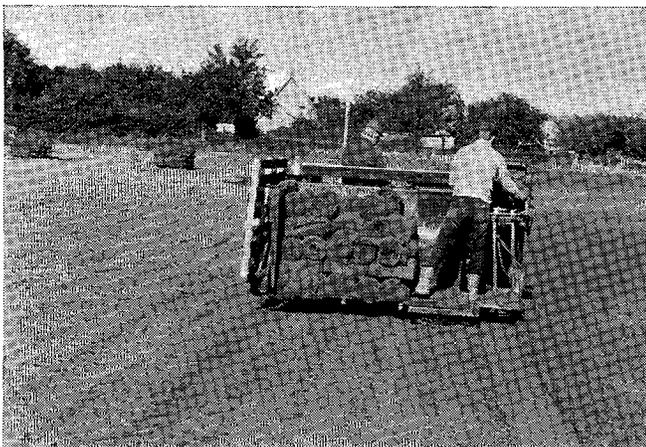


belehrt, denn sowohl der normale Verschleiß, als auch die Entwicklung im Maschinenbau zwingt, sofern man im Konkurrenzkampf mithalten will, zu ständig neuen Investitionen.

Über den Geräteeinsatz und die Produktionsmethoden bei der Herstellung von Fertigrasen möchte ich nachfolgend einige technische Daten bekanntgeben. Bis zum 2. Schnitt des Rasens werden in unserer Rasenschule zwischen 17 und 20 Arbeitsgänge absolviert, denn gerade die Vorarbeiten sind ein wesentlicher Faktor für das Gelingen einer guten Kultur. Besonders wichtig ist die exakte Herstellung des Feinplanums, sowie die gleichmäßige Auflockerung und Bearbeitung des Bodens, denn nach der Ansaat ist hier eine Korrektur nicht mehr möglich. Jede kleine Unebenheit oder Fahrspur ist sowohl beim Mähen wie auch später beim Abernten der Soden hinderlich und kann zu Verlusten führen, sowohl an Qualität wie auch an Quantität.

In den ersten Jahren war man bemüht, mehrere Fertigrasenqualitäten anzubieten. Aber von den ursprünglich 8 Sorten sind heute nur noch vier übriggeblieben, und in Amerika begnügt man sich heute mit zwei, höchstens drei Sorten. Dieselbe Entwicklung ist uns beim Saatgut bekannt. Wenn man früher in die Rasenmischungen 10 bis 15 Sorten reingemischt hat, beschränkt man sich heute auf wenige Zuchtsorten. In den ersten Jahren meiner Rasenschul-Geschichte hatte ich auch den Ehrgeiz, Golf-Greens zu züchten. Da diese aber mit sehr viel Arbeitsaufwand und großem Risiko verbunden sind, und der Absatz in keiner Relation zu dem Aufwand steht, haben wir das wieder aufgegeben. Viele Kunden sind natürlich begeistert, wenn sie so einen Rasen sehen und meinen, daß wäre gerade der richtige Rasen für sie. Hierzu haben wir aber immer grundsätzlich abgeraten und den Leuten erklärt, daß sie voraussichtlich weder Zeit noch Mähmaschinen zur Verfügung haben, um in der Lage zu sein, solche Rasen weiterhin zu pflegen. Es ist selbstverständlich, daß eine seriöse Rasenschule nur die besten Zuchtgräser in ihrer Rasenproduktion verwendet. Aber selbst der reinste und schönste Rasen verwildert und verkommt bei nicht sachgemäßer Pflege, denn der Unterschied zwischen einem Zierrasen, Sportrasen, Hausrasen ist nicht eine Frage der Gräserzusammenstellung allein, was viele immer noch glauben, sondern nach meiner Erfahrung und Beobachtung vielmehr eine Frage der Pflege.

Das Sortiment der Gräser, die wir in unserer Rasenschule verwenden, ist relativ klein. Den Hauptanteil nimmt *Poa pratensis* ein, und zwar mit den Sorten MERION, BARON, SYDPORT. Von den Rotschwingeln kommen hauptsächlich TOPIE, LIROUGE, GRACIA zur Verwendung. Außerdem *Cynosurus cristatus*, sowie *Agrostis tenuis* HOLFIOR und bei einigen Fertigrasen ein Anteil von höchstens 5% *Phleum nodosum* S 50. Die Ansaatmenge beträgt in der Regel 20 gr/qm. Vor der Ansaat wird der Boden mit einem speziellen organischen Dünger versehen als Grunddüngung und zwar mit ca. 120–140 gr/qm. Aus Gründen der Ökonomie und Rationalisierung stellen wir diesen Dünger selbst her. Der aufgebrauchte Dünger wird anschließend 1–2 cm tief eingestriegelt. Gleichzeitig hiermit werden sämtliche Spuren von Traktoren und Arbeitsgeräten wieder beseitigt. Die Ansaat selbst wird mit einer Spezialmaschine von 3 m Breite eingebracht und zwar im Kreuzverfahren, d. h. jeweils 10 gr/qm in einer Richtung. An-



schließend wird die Gesamtfläche wieder eingestriegelt. Um das Risiko der Verschwemmung oder Wegspülung bei evtl. nachfolgenden Gewitterregen zu vermeiden, wird die neu angesäte Fläche nicht angewalzt. Erst ca. 2 Tage vor dem 1. Schnitt wird die Fläche gewalzt, vorausgesetzt, daß der Boden nicht zu trocken ist. Dieser Walzgang dient in erster Linie dem ruhigen und gleichmäßigen Lauf der Mähmaschinen und auch, um zu vermeiden, daß die Mähmaschine Spuren hinterläßt.

Der erste Schnitt erfolgt rechtzeitig, und zwar, wenn die Gräser eine Höhe von 5–6 cm erreicht haben. Anschließend werden die Gräser in der Gesamtwachstumsperiode alle 4 Tage gemäht mit Ausnahme von lang anhaltenden Trockenperioden und in den Monaten Juni bis August. In dieser Zeit wird mit etwas größeren Abständen gemäht, weil das Wachstum in dieser Zeit etwas stagniert. Die Mäharbeiten fangen bei uns schon im März an und werden bis Ende November, Mitte Dezember je nach Wetterlage fortgesetzt, und zwar unter dem Motto: lieber zuviel als einmal zuwenig mähen. Wir wissen ja, je öfter ein Rasen gemäht wird, umso schöner wird er. Durch das intensive, ständige Mähen kann das Mähgut liegenbleiben bis auf einige Ausnahmen. Denn nicht allein das Abkehren eines Rasens ist aufwendiger als zwei- dreimal mähen, sondern wir erreichen hierdurch auch eine gewisse Flächenkompostierung und somit einen bestmöglichen Ausgleich der verbrauchten Nährstoffe und des Humusabtrages. Die Schnitthöhe selbst beträgt 3 cm. Zum Mähen der Rasenflächen verwenden wir nur Spindelmäher, und zwar haben wir einen 5- und 7-Einheitsnachläufer sowie einen F-Traktor von Jacobsen mit 7 Einheiten.

Während der Kulturzeit wird die Fläche ca. fünfmal gedüngt, und zwar zweimal mit reinem Kalkammonsalpeter, zweimal mit einem NPK-Volldünger und noch einmal mit unserem eigenen organischen Dünger. Bei länger anhaltender feuchter Witterung oder nach Regentagen besteht die Gefahr, daß das Mähgut nicht schnell genug wegtrocknet. Diese Mährückstände werden, sobald das Wetter es erlaubt, d. h. wenn es wieder trocken ist, maschinell abgekehrt. Ansonsten werden die Flächen grundsätzlich vor dem Wintereinbruch alle abgekehrt, um Laub und nicht verwelkte Mähgutrückstände zu entfernen, denn ein Rasen soll möglichst kurz gemäht und sauber in den Winter gehen, um diese Zeit gesund zu überstehen.

Zu dem Komplex Fertigrasenproduktion gehört natürlich auch Beregnung oder Bewässerung. Aber hier verhalten wir uns sehr maßvoll und setzen die Beregnung erst ein bei länger anhaltender Trockenperioden, um die Kultur nicht zu gefährden. Nun kann man natürlich die Kultur- und Produktionszeit eines Fertigrasens durch fleißiges Beregnen verkürzen, aber ich persönlich halte es nicht für sinnvoll. Denn abgesehen von den relativ hohen Mehrkosten birgt auch eine ständige Beregnung Gefahren in sich. Z. B. ist die Ausspülung der im Boden vorhandenen Nährstoffe größer. Auch besteht die Gefahr der Oberflächenverschlammung. Drittens verwöhnt man die Gräser in der Weise, daß sie kein Verlangen oder keinen Bedarf haben, ausreichende Wurzelnetze zu schlagen und zu bilden, die Folge ist dann ein lockerer und nicht narbenfester Fertigrasen. Ich vertrete hierbei die Auffassung, daß ein gesunder Rasen ohne wesentlichen Schaden eine Trockenperiode von 5–6 Wochen leicht überstehen muß. Ein Fertigrasen soll ja, wie das Wort sagt, fertig sein, d. h., daß er das Abschälen, Rollen, Laden ohne Schaden überstehen soll und hierbei nicht wie ein rohes Ei behandelt werden muß.

Das Alter eines Fertigrasens soll nicht unter 12 Monate betragen. Ein Rasen, der vor dieser Produktionszeit abgeschält wird, verdient wohl kaum den Namen Fertigrasen. Kein Fertigrasen verläßt unsere Rasenschule unter einer Gesamtkulturzeit von 16–18 Monaten.

Die meist verlangten gekauften Fertigrasensorten sind mit Abstand die Sportrasenqualitäten, was in erster Linie natürlich auf den Mengenbedarf für Sportplätze und Sommerbäder und ähnliche Anlagen zurückzuführen ist. Aber auch Privatkunden raten wir, möglichst einen Sportrasen zu nehmen, weil dieser Rasen robuster, strapazierfähiger und leichter zu pflegen ist, gegenüber einem ausgesprochenen Zierrasen.

Zu einer schnelleren und kürzeren Entwicklung und Kulturzeit von Fertigrasen sind viele Methoden entwickelt und ausprobiert worden. Diese bezogen sich hauptsächlich auf den Ver-

such, eine Unterlage für Fertigrasen zu entwickeln in Form von Kunststoffen wie Vlies, Steinwolle, Folie und vieles andere. Ich habe mich eine Zeitlang selbst mit diesem Problem befaßt und habe auch erreicht, ein Patent auf eine solche Unterlage zu bekommen. Es hat sich aber gezeigt, daß alle diese Methoden bis zum heutigen Datum in der Praxis kaum verwendbar waren. Dieses lag in erster Linie an den relativ hohen Kosten der Materialanschaffung; zweitens verursachte das Ausbringen solcher Unterlagen auf großen Flächen einen enormen arbeitstechnischen Aufwand und ist kaum durchführbar. Wer versucht hat, eine Kunststoffolie oder eine Kunststoffmatte auf einer Fläche von mehreren Hektar ganz glatt auszulegen, Naht an Naht, ohne Wellen, wird feststellen, daß dieses eine fast unlösbare Aufgabe ist. Denn selbst der kleinste Windstoß kann die ganze Sorgfalt und Mühe zunichte machen. Auch wenn solche künstlichen Unterlagen wichtige Vorteile bringen würden, was bis heute noch nicht bewiesen ist, müßte man wohl in erster Linie Maschinen und Geräte entwickeln, die es ermöglichen, solche Unterlagen exakt auszubringen. Ich selbst bin überzeugt, daß sowohl die Holländer wie auch die Amerikaner, die auf diesem Gebiet uns doch einiges voraus haben, schon längst solche Anbaumethoden eingeführt hätten, wenn sie realisierbar und von praktischer Bedeutung wären. Beim Durchlesen verschiedener amerikanischer Broschüren und Prospekte von Fertigrasenproduzenten findet man keine Hinweise auf solche Produktionsmethoden.

Abschälen und Lieferung von Fertigrasen

Bevor wir anfangen, ein Feld abzuschälen und die Soden auszuliefern, wird zuerst eine Schnittprobe und ein Reißfestigkeitstest durchgeführt. Dieser Test ist genauso wirkungsvoll wie einfach und besteht darin, daß ein Mitarbeiter von einem erhöhten Punkt aus eine ganze Sodenbahn am äußersten Ende festhält. Die Sodenlänge beträgt hierbei 2,50 m und hat eine Breite von 40 cm. Dieses entspricht 1 qm und einem Gesamtgewicht von 20–23 kg. Wenn der Fertigrasen diese Reißprobe übersteht, ohne auseinanderzureißen ist der Rasen schälähig. Dieser Test wird von Zeit zu Zeit wiederholt, um festzustellen, ob Differenzen in der Vernaubung der Gesamtkulturfläche bestehen. Weiter wird natürlich geprüft und kontrolliert, ob der Rasen hundertprozentig unkrautfrei ist und ob er einen gesunden und gepflegten Eindruck macht. Erst wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, kann der Rasen abgeschält werden. Wenn ein neues Feld abgeschält werden soll, wird natürlich am Ende bzw. an den Abfahrtstellen angefangen, damit Ladeplatz und Wendemöglichkeiten für einen LKW zuerst geschaffen werden. Jegliches Befahren des Rasens, sei es LKW, PKW oder sogar Fahrräder, ist in unserer Rasenschule untersagt.

Ein abgeschälter Fertigrasen soll eine Stärke oder Dicke von minimal 2,0 cm, gerechnet vom untersten Blattansatz bis zur Unterseite der Soden haben. Diese Sodenstärke ist gerade noch vertretbar. Besser wäre allerdings eine Sodenstärke von 2,5 cm. Um Frachtkosten zu sparen und eine gewisse Arbeits erleichterung der Verladekolonne zu erreichen, sind in letzter Zeit einige Fertigrasenlieferanten dazu übergegangen, hauchdünne Rasensoden zu liefern, die knapp eine Stärke von 1,0 cm haben. Die Annahme solcher Fertigrasen sollte der Empfänger grundsätzlich verweigern, weil das Risiko, daß so dünne Soden austrocknen und absterben zu groß ist. Die Einsparung von Transportkosten ist hier nicht zu rechtfertigen und führt oft zu Reklamationen und daraus folgenden kostenlosen Ersatzlieferungen.

Auf der anderen Seite trifft man heute oft auf Ausschreibungen, worin Soden in einer Stärke von 6–8 cm verlangt werden. Diese etwas antiquarische Auffassung über Rasensoden ist nach den heutigen Erkenntnissen ebenso unwirtschaftlich wie unrealistisch. Solche Rasensoden, auch früher Rasenziegel genannt, stammen aus der Jahrhunderte alten Tradition des Deichbaues, wo diese aus dem Küstenvorland als konisch gestochene Ziegel per Hand herausgeholt wurden und wie Pflastersteine am Deich eingebaut wurden. Dieses hat aber wenig mit dem heutigen Fertigrasen zu tun.

Grundsätzlich werden bei uns keine Rasensoden auf Vorrat abgeschält, sondern es wird so viel Fertigrasen täglich geschält, wie Lieferungen und Bestellungen vorliegen. Als Kontrolle dient hierzu an jeder Palette oder, wenn es kleinere Partien sind, an jeder Partie ein von uns beigefügter Pack-

zettel, worauf Sorte, Datum des Abschälens und Uhrzeit des Verladens vermerkt wird. Diese Packzettel dienen dem Empfänger als Kontrollmöglichkeit. Dieser von uns eingeführte Packzettel besteht aus einem Kunststoffpapier, das feuchtigkeits- und wasserunempfindlich ist. Der Schälvorgang selbst ist soweit wie möglich bei uns automatisiert und geschieht mit den modernsten, technisch ausgereiften Abschälmaschinen. Dieses bedeutet in erster Linie natürlich Arbeitersparnis, aber dient auch zur schonenden Behandlung des Fertigrasens selbst. Außerdem gewährleistet diese Schälmethode eine konstant bleibende Sodenstärke und ein ganz exaktes Schälen, so daß wir heute praktisch keine Schnittverluste haben.

Jede Palette enthält genau 50 qm und ist für den Empfänger leicht und schnell zu kontrollieren. Beim früheren Handbetrieb, wo die Soden per Hand geladen und auch wieder abgeladen wurden, entstanden natürlich des öfteren Mengendifferenzen. Besonders beim Abladen wurde früher oftmals sehr gleichgültig verfahren, indem die Soden einfach vom Wagen heruntergeworfen wurden. Ich habe sogar Fälle erlebt, wo die Soden mit Mistforken abgeladen wurden bzw. mit Kippfahrzeugen abgekippt wurden. Daß solche Arbeitsweise weder der Qualität der Soden noch der Kontrolle der Menge dienlich waren, ist selbstverständlich.

Dieses war auch einer der Gründe, weswegen wir seit einigen Jahren das Palettieren der Rasensoden eingeführt haben. Dieses Verfahren gewährleistet in erster Linie eine schonende Behandlung des Fertigrasens, sowohl beim Auf- und Abladen als auch während des Transports. Zudem ist es auch rationeller. Wenn wir früher 6 Mann gebraucht haben und zwischen 1–2 Stunden Arbeitszeit, um einen Fernzug mit 1000 qm zu beladen, braucht heute ein Mann mit einem Gabelstapler genau 20 Minuten. Auch das Abladen der Paletten beim Empfänger ist von großem Vorteil und hat sich bestens bewährt. Denn erstens braucht der Empfänger keine Leute zum Abladen bereitzustellen; zweitens braucht unser Fahrer nicht auf das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein solcher Abladekolonne zu warten, wie es in früheren Zeiten oft passiert ist.

Bei Trockenheit oder länger anhaltender Dürreperiode muß der Fertigrasen vor dem Abschälen gründlich durchgewässert werden. Ein Fertigrasen soll nicht nur täglich frisch geschält sein, sondern muß sich auch in einem erdfeuchten Zustand befinden. Ich möchte das Kriterium Fertigrasen hier noch etwas ergänzen und abrunden mit einigen kurzen Bemerkungen zur Lagerung und Verlegung von Fertigrasen. Oft werden gerade hier die ersten falschen Dispositionen getroffen und Fehler gemacht. Zum Beispiel werden nicht selten von den Empfängern und Verlegefirmen Sodenlieferungen gefordert und Liefertermine festgelegt zu einem Zeitpunkt, wo die Bodenvorbereitungsarbeiten noch gar nicht angefangen waren oder nur zum Teil hergestellt sind. Hierdurch entsteht eine schädliche und auch unnötige Lagerzeit des Fertigrasens, die besonders bei heißer und schwüler Witterung zu Katastrophen führen können. Ein Fertigrasen, der fest gerollt und in mehreren Schichten gestapelt ist, entwickelt sehr schnell durch den eintretenden Verrottungs- und Fäulnisprozeß eine enorme Hitze und es kann passieren, daß ein solcher Fertigrasenstapel nach kurzer Zeit wie ein Misthaufen dampft. Darum ist es grundsätzlich falsch, wenn von einigen Seiten empfohlen wird, solche lagernden Soden feucht zu halten und sogar mit Laub oder Folien abzudecken, denn gerade hiedurch wird der Fäulnisprozeß gefördert. Gräser überstehen eher eine gewisse Trockenperiode als eine Verbrennung durch Verrottung. Solche Soden sind, wenn sie später ausgelegt werden, beinahe schwarz und in den meisten Fällen schon abgestorben. Grundsätzlich sollen nicht mehr Soden an eine Baustelle geliefert werden, als die Verlegekolonne in maximal 24 Stunden verlegen kann. Auch beim Verlegen selbst werden oft grobe Fehler begangen. Vorrangig und am wichtigsten ist das Feuchthalten der verlegten Soden. Und gerade hier stellt man oft Fehler fest. Einmal haben wir den Platzwart, der auf die neu angeschaffte Beregnungsanlage so stolz ist, daß er es Tag und Nacht prasseln läßt, sodaß die verlegten Soden nach Luft ringen und am Ende regelrecht ertrinken. Die andere extreme Einstellung findet man bei den Leuten, die mit dem Wässern so lange warten, bis die Gräser sich gelb gefärbt haben, weil sie die falsche Vorstellung vertreten: so-

lange die Gräser grün sind, kann ja nichts passieren. Beide hier geschilderten Methoden sind natürlich grundsätzlich falsch.

Ein anderer Punkt, der beim Verlegen von Fertigrasen zu beachten ist, ist das Anwalzen bzw. Andrücken des Fertigrasens an den Untergrund. Auch hier können, wie beim Wässern, ganz extreme Arbeitsweisen festgestellt werden. Der eine z. B. benutzt zum Walzen seiner frischgelegten Soden eine mehrere Tonnen schwere Straßenwalze. Erstens können hierdurch die Rasensoden sich verschieben, zweitens erreicht man eine für das spätere Wachstum unerwünschte Bodenverdichtung. Der Gegensatz hierzu sind diejenigen, die die Soden überhaupt nicht anwalzen oder anklopfen. Die Folge ist die Bildung von Lufträumen zwischen Rasensoden und Untergrund. Ein Stück Fertigrasen, das über so einem Hohlraum schwebt, wird unweigerlich nach kurzer Zeit eingehen. Für beide Fälle gilt, wie so oft im Leben, der goldene Mittelweg. Zum Schluß noch einige Sätze zu der technischen Verwaltung und der kaufmännischen Seite eines Fertigrasenbetriebes. Hierzu gehört z. B. eine genaue Karteiführung über jedes Feld. Auf diesen Karteikarten soll alles eingetragen werden, was an Arbeit, Maschineneinsatz, Materialbedarf angefallen ist. Außerdem sollen Daten über Feldgröße, Feldlage, Ansaattermine sowie Analysen der aufgetragenen Saatmischungen und Düngung festgehalten werden. Diese Karten werden während der ganzen Kulturzeit fortlaufend weitergeführt. Hierdurch ist man immer in der Lage, sich eine Übersicht und Kontrolle über den Arbeitsaufwand und Materialverbrauch zu verschaffen, wie z. B. über erfolgte Düngergaben mit genauen Angaben über Düngerart und aufgetragene Menge. Diese Maßnahmen sind sehr wichtig, um die Kulturen überhaupt im Griff zu haben und dienen außerdem natürlich als Kalkulationsgrundlage. Auch muß über das Abschälen der Soden genau Buch geführt werden, wo abgeschält wird und wieviel. Auf diese Weise ist man immer imstande, bei evtl. Reklamationen sofort nachzuschlagen, wann und aus welchem Feld der Kunde die Soden bekommen hat. Die täglichen Eintragungen werden am Monatsende zusammengezogen, und wir erreichen somit eine monatliche Statistik über den Umsatz von Fertigrasen, aufgeteilt in die verschiedenen Sorten. Diese Maßnahme ist internbetrieblich sehr wichtig, um feststellen zu können, wie das Verhältnis der einzelnen Sorten in dem Gesamtumsatz liegt und dient somit als Richtlinie für die zukünftigen Kulturen, denn es wäre ja unwirtschaftlich, wenn man einfach planlos draufloskultivieren würde. Im Gegensatz zu den Baumschülern können wir den Verkaufspreis des Fertigrasens nicht nach Alter und Jahren der Pflanzen berechnen, d. h., daß jede Rasenkultur, die aufgrund mangelnder Umsätze vom Zeitpunkt der Abschälfähigkeit weiter Monate oder vielleicht sogar Jahre gedüngt, gemäht und gepflegt werden muß, erhebliche Mehrkosten verursacht, die aber nicht auf den Verkaufspreis aufgeschlagen werden können.

Zusammenfassung

Die Produktion und Verwendung von Fertigrasen werden voraussichtlich in den kommenden Jahren eine steigende Tendenz aufweisen, wobei es wünschenswert wäre, wenn für die Sicherung der Qualität besondere Richtlinien erarbeitet würden.

Es werden die Vorgänge bei der Anlage und Pflege von Fertigrasenflächen geschildert, ferner ihre Beerntung und der Transport. Schließlich wird auf einige Probleme hingewiesen, die bei der Verlegung von Fertigrasen zu beachten sind.

(Vortrag auf dem 22. Rasenseminar der Deutschen Rasengesellschaft in Straubing am 9. 9. 1974)

Summary

Production and utilization of turf sods will doubtlessly increase in the next few years. It would therefore be highly desirable to work out special regulations to ensure high quality.

The individual phases of utilization and maintenance of turf sods are elaborated, as well as harvest and transport. Reference is finally made to a few problems in connection with the spreading out of turf sods.

Mitteilungen

Informationstagung „**Spielplätze als öffentliches Anliegen**“ in Innsbruck

Am 6. Februar 1975 fand im Festsaal des Neuen Landhauses in Innsbruck eine Informationstagung für Gemeinden, Mitglieder von Raumordnungsorganen, Fremdenverkehrsverbände, Architekten, Grünraumgestalter und sonstige Mitarbeiter im Kuratorium Schöneres Tirol statt. Diese Tagung stand unter dem Thema „Spielplätze als öffentliches Anliegen“. Sie wurde vom Amt der Tiroler Landesregierung, vom Tiroler Gemeindeverband und vom Kuratorium Schöneres Tirol veranstaltet. Im Rahmen dieser Veranstaltung wurden folgende Vorträge gehalten:

Landesrat Dr. A. PARTL, Gemeindefereferent der Tiroler Landesregierung:

„**Spielplätze und Erholungszonen als Bestandteile einer humanen Raumordnung**“;

Prof. Dr. K. FREISITZER, Soziologisches Institut der Universität Graz:

„**Warum Spielplätze?**“;

Kindergarteninspektorin A. M. AUFSCHNAITER, Innsbruck:

„**Der Kindergarten-Spielplatz im Zuschnitt auf das drei- bis sechsjährige Kind**“;

Dr. W. SKIRDE, Universität Gießen:

„**Rasenspiel- und Rasensportplätze im kommunalen Grün**“;

Dipl.-Ing. L. KÖCK, Direktor der Landesanstalt für Pflanzenzucht und Samenprüfung, Innsbruck-Rinn:

„**Beräsung und Rasenpflege bei stark trittbelasteten Grünanlagen**“;

Professor Dr. F. WOESS, Institut für Grünraumgestaltung an der Hochschule für Bodenkultur Wien:

„**Gestaltung und Ausstattung von Spiel- und Sportanlagen**“;

Dipl.-Ing. H. KUEN, Leiter des Landschaftspflegedienstes – Landesforstinspektion, Innsbruck:

„**Der Waldspielplatz**“.

Aus der Arbeit der Deutschen Rasengesellschaft e.V. Bonn, Kölner Straße 142–148, Tel.: 0 22 21 / 37 68 78

Anlagen für Freizeit und Sport

Rasenseminar vom 25. bis 28. Februar 1975 in Grünberg
Rasenseminare sind fest verankert im Jahresprogramm der Bildungsstätte des Deutschen Gartenbaues in Grünberg. Nachdem 1973 zum ersten Mal eine dreitägige Fortbildungstagung mit Erfolg abgeschlossen werden konnte, erwarten die Mitglieder der Deutschen Rasengesellschaft deren Weiterführung. Wie uns die wachsende Zahl der Seminarteilnehmer beweist, befürworten die Rasen-Fachkräfte die von der Deutschen Rasengesellschaft gewählte und instruktive Art der Informationsverteilung.

Die umfassenden Abhandlungen beim Rasenseminar vom 25. bis 28. 2. 1975 waren abgestellt auf die Anlage und mögliche Belastung von Spiel- und Sportrasen sowie deren Pflegeansprüche. Es würde sich um eine unvollständige Darlegung der gesamten Problematik handeln, würde nicht gleichzeitig der Bedarf an Spiel- und Sportflächen in der Bundesrepublik untersucht, gleichzeitig aber auch auf die Konflikte im Rahmen der Sport- und Spielplatzplanung angefangen bei der Auftragserteilung bis hin zu den Ansprüchen und Erwartungen des Benutzers eingegangen.

Die wachsende Bedeutung und das zunehmende Interesse an Erholung, Spiel, Sport und Freizeit und der damit steigende Bedarf an Anlagen erfordert innerhalb der kommunalen Entwicklungsplanung eine vorausschauende Flächensicherung zur Verwirklichung der hierfür in Zukunft erforderlichen Einrichtungen. Dipl.-Ing. Riese – Bundesinstitut für Sportwissenschaften in Köln – bezog sich bei seinen Ausführungen auf das Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland, das im Art. 28, Abs. 2 für die Gemeinden das Recht fordert, alle Angelegenheiten der örtlichen Gemeinschaft im Rahmen der Gesetze in eigener Verantwortung zu regeln. Kommunale Entwicklungsplanung ist dabei ein Bereich der „Angelegenheiten der örtlichen Gemeinschaft“ und die vorausschauende Flä-

chensicherung für zukünftige Erholungs-, Spiel- und Sportanlagen ist ein Bestandteil der kommunalen Entwicklungsplanung. Geeignetes Instrument hierfür ist der Sportstättenleitplan, der für einen Zeitraum von 10 bis 15 Jahren auf der Grundlage von der zu erwartenden Bevölkerungsentwicklung durch Berücksichtigung der Schulentwicklungsplanung, erarbeitet durch Beschluß der politischen Gremien, als Fachplan in den vorbereitenden Bauleitplan den Flächennutzungsplan übernommen wird. Die rechtliche Grundlage findet sich hierzu im Bundesbaugesetz §§ 1, 5 und 9. Bei der Ausarbeitung des Sportstättenleitplanes wird für den Planungszeitraum anhand der derzeit gültigen bzw. zu erwartenden städtebaulichen Orientierungswerte der Bedarf für Bevölkerung, Schule, Verein an Erholung, Spiel-, Sport- und Freizeitanlagen errechnet. Diesem wird nach kritischer Bewertung der anrechenbare Bestand gegenübergestellt. Der ermittelte Fehlbedarfbestand wird unter Berücksichtigung übergeordneter Fachplanungen gewählter Entwicklungsziele und standortörtlicher Gegebenheiten im Hinblick auf höhere Nutzungsmöglichkeiten und gezielteren Mitteleinsatz möglichst integrierter Anlagen kombiniert. Für die räumliche Zuordnung primär entscheidend werden dabei auf Grund der Wege die im Schulsport vorhandenen und geplanten Schulstandorte im Untersuchungsgebiet. Die Dimensionierung der Gesamtanlagen wird durch Bevölkerungskonzentration und Erreichbarkeit abhängig von abzugrenzenden Einzugsbereichen gewählt. Für die rein rechnerische Bedarfsermittlung werden städtebauliche Orientierungswerte herangezogen, deren Anwendung und Verwendbarkeit Riese in seinen weiteren Ausführungen darlegte.

Ein Vortrag über die bekannten Sachkonflikte zum Spezialthema Sport- und Spielplatzplanung würde mehrere Stunden in Anspruch nehmen. Die Palette angefangen bei den Rechtsvorschriften Normen und Richtlinien über die eigentliche Planung bis zur ausgeführten Anlage ist ein zu weites Feld, als daß man es in einem einstündigen Referat auch nur annähernd abhandeln könnte. Beispielsweise sind die Pflanzungen an Spielplätzen und die zu beachtenden Fragen der Sicherheit und des Unfallschutzes an sich schon spezielle Einzelthemen.

Hallmann, freier Garten- und Landschaftsarchitekt, hat mit Rücksicht auf die gezielten Sachinformationen aus den weiteren Vorträgen weniger die Probleme von Sport- und Spielplatzplanung, als vielmehr die Planung ganz allgemein angesprochen. „Es gilt nicht den Schuldigen zu finden, es ist notwendig, die mit jeder Planung verbundenen Konflikte anzusprechen. Die Konflikte vor der Auftragserteilung zu artikulieren, ist Auftrag des Architekten“, meinte Hallmann in seinen Ausführungen.

Konflikte für den Auftraggeber wären dann zu erwarten, wenn der billigste Bieter einer Gruppe konkurrierender Kollegen einen Planungsauftrag bekäme. Den Planungsauftrag sollen Preisträger eines Ideen- oder Wettbewerbes oder der erfahrene Planer erhalten. Dem widerspricht das ökonomische Denken der für die Finanzierung verantwortlichen Rechnungshöfe. Der Rechnungshof tadelt bei sogenannten Mehrausgaben, lobt allerdings bei Minderausgaben.

Entscheidend für die Planung sind die Ansprüche und Erwartungen der Benutzer, die vor der Planung zu berücksichtigen sind. Inwieweit kann der Bürger überhaupt Ansprüche gezielt formulieren, die in ein entsprechendes Programm umgesetzt werden können? Bei den nicht eindeutigen Bedarfsregelungen ergeben sich folgende Fragen: Hat der Benutzer eigentlich bestimmte Erwartungen von Planungen und vom Bau einer Anlage, z. B. bei Spielplätzen? Hat er sie nach der Planungsdurchführung oder müssen seine Erwartungen von anderen Spezialisten oder Wissenschaftlern analysiert und formuliert werden?

Der Idealfall, der fast nie vorkommt, wäre nach Hallmann der, daß vor Planungsbeginn entweder ein ausgewogenes Programm entsprechend den Ansprüchen und Erwartungen der späteren Benutzer vorliegt oder spätestens nach der Auftragserteilung detailliert erarbeitet wird. Was fehlt, sind wissenschaftliche Daten, die die Ansprüche und Erwartungen der Benutzer exakt widerzuspiegeln vermögen. Zum Teil fehlt nur die Koordination der Erfahrungswerte, die von Politikern, Psychologen, Soziologen, Geographen, Ökologen, Pädagogen, Sportlern und Verwaltungsbeamten gemacht wurden. Die Be-

darfermittlung von Spiel- und Sportflächen sowie die Konfliktsituationen von der Planung bis zur Bauausführung haben hingeführt zu den Kernpunkten des Seminars: Bodenarbeiten, Bodenaufbau, Pflanzenwachstum sowie vegetationstechnische Maßnahmen.

War es bisher üblich, alle Arbeiten des Landschaftsbaus unter dem Sammelbegriff „Technik“ zusammenzufassen, so wird jetzt unterschieden in den allgemeinen Bereichen der Bautechnik und den speziellen Bereichen der Vegetationstechnik. Bautechnik ist ausgerichtet auf die Erstellung eines Bauwerkes aus den verschiedensten toten Materialien. Darunter fallen u. a. Bodenmodellierungen, Entwässerungs- und Wegebauarbeiten, Treppen usw. Unter Vegetationstechnik werden alle technischen Verfahren und Bauweisen zur Begründung und Entwicklung und Erhaltung von Vegetation verstanden. Da hierbei der lebende Baustoff Pflanze im Mittelpunkt steht und ein fertiges Bauwerk im üblichen Sinne der Bautechnik mit einem definierten Endzustand nicht erstellt werden kann, umfaßt die Vegetationstechnik Leistungen mit unterschiedlichen Zielrichtungen. Die für den Landschaftsbau einschlägigen DIN-Normen sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:



Voraussetzung zur Begründung und Erhaltung von Vegetation sind durchwurzelbare Boden- und Substratschichten. Bodenarbeiten, die der Herstellung, Aufbereitung oder Verbesserung derartiger Boden- und Substratschichten dienen, sind deshalb als Bestandteil der Vegetationstechnik in DIN 18915 genormt und scharf abgegrenzt gegenüber Arbeiten für bautechnische Zwecke. Bodenarbeiten für vegetationstechnische Zwecke nach DIN 18915 umfassen alle Leistungen, die zur Vorbereitung und zur weiteren Behandlung eines Standortes erforderlich sind, auf dem Vegetation angesiedelt und weiterentwickelt werden soll. Die in dieser Norm aufgestellten Regeln sind bei allen vegetationstechnischen Leistungen zu beachten, also auch bei Rasenpflanzarbeiten, bei Unterhaltungsarbeiten, Si-

cherungsbauweisen und Schutzbauweisen zur Erhaltung von Bäumen, Vegetationsflächen und Pflanzenbeständen bei Baumaßnahmen. Über die Festlegungen in der Norm 18915 referierte Professor Niesel von der Fachhochschule Osnabrück.

„Die Normen haben versucht, konkrete Sachverhalte zu definieren und zu formulieren. Dabei handelte es sich um schwierige Grundlagenarbeit, da fast keine wissenschaftliche Arbeit über Verhältnisse toter oder geschädigter Böden vorlag“, sagte Professor Niesel. Er läßt alle Zweifel offen, ob alle Sachverhalte in dieser Norm richtig sind. Durch die Mitarbeit der Wissenschaft und Praxis in Form von konkreten Einsprüchen wird die Normenarbeit unterstützt und sicherlich bald weitergeführt.

Den Bodenaufbau für Sportrasenflächen, die Anforderung und Herstellungsvorschriften für den Baugrund, die Problemstellung für Rasentragschichten und -trennschichten sowie die bodenphysikalischen Voraussetzungen, behandelte Professor Niesel im Zusammenhang mit dem Bodenaufbau aus der Sicht der DIN-Norm 18035, Blatt 4. Von ihm gleichfalls angesprochen wurden die Festlegungen zur Rasentragschicht und Trennschicht nach der genannten Norm. Die vertragrechtlichen Konsequenzen bei der Anwendung von DIN-Normen faßte Professor Niesel in einem Zitat von Rechtsanwalt Eckart Budde wie folgt zusammen „Jeder deliktfähige Mensch hat sein Handeln selbst zu verantworten, der Anwender einer Norm ist davon nicht ausgenommen. Daher wird er bei der Anwendung einer DIN-Norm insbesondere beachten müssen, daß er das für die richtige Anwendung der Norm erforderliche Verständnis besitzt, die Norm nicht einzige, sondern nur eine Erkenntnisquelle zur technisch-ordnungsmäßiges Verhalten im Regelfalle ist, die Regeln für die Aufstellung zwar die Berücksichtigung des Standes der Technik verlangen, diese Forderung aber wegen der fortwährenden Weiterentwicklung in der Technik äußerst schwer zu realisieren ist, das Ergebnis einer Gemeinschaftsarbeit sich nicht für die Befriedigung von Höchstansprüchen eignet und sich die Anwendung der Norm sich wider besseres eigenes Wissen verbietet.“

In den vergangenen 12 Monaten hat das Institut für Pflanzenbau in Bonn eine größere Anzahl von Sportplatzanlagen untersucht, 18 Plätze insgesamt. Im Vordergrund der Untersuchung standen physikalische Eigenschaften der Tragschichten, vor allem bei jungen Plätzen, um die Entwicklung der Tragschichteigenschaft besser verfolgen zu können wurden bzw. werden die Untersuchungen in den Jahren 1974, 75 jeweils zweimal durchgeführt. Ziel dieser sehr umfangreichen Untersuchungen ist es, Grundlagen zu schaffen, Erfahrungen zu sammeln für die Anlage neuer Rasensportflächen, denn der Erfolg oder Mißerfolg einer Anlage zeichnet sich in vielen Fällen erst nach einigen Jahren unter Praxisbedingungen ab.

Dr. Franken, Institut für Pflanzenbau in Bonn, beschränkte sich bei dem Bericht über die Ergebnisse und Erfahrungen bei der Untersuchung des Bodenaufbaues verschiedener Sportplatzanlagen auf drei Gruppierungen:

1. Ältere oder Normalplätze, d. h. Plätze die z. T. bereits seit Jahrzehnten bespielt werden,
2. Jüngere Plätze, die in den letzten Jahren angelegt und deutlich in Anlehnung an die DIN 18035, Blatt 4 gebaut wurden und schließlich
3. Ganz junge Plätze, bei denen die Baumaßnahmen entweder gerade abgeschlossen oder aber noch in vollem Gange sind.

Entscheidend für das Wachstum des Rasens und für die physikalischen Eigenschaften der Rasentragschicht sind z. B. Tragfähigkeit, Wasserdurchlässigkeit, Wasserkapazität, ist die Korngrößenverteilung des Stoffgemenges, ebenso aber der Gehalt der Tragschicht an organischer Substanz. Korngrößenverteilung und organische Substanz bestimmen weitgehend die Eigenschaften einer Tragschicht. Beide Kriterien waren Grundlage für die Ausführungen von Dr. Franken. Die Ergebnisse und Erfahrungen bei den Untersuchungen von Dr. Franken werden in der Ausgabe 2/75 dieser Zeitschrift nachzulesen sein.

Der Bau von Spiel- und Sportflächen besteht aus 2 Hauptarbeitsschritten:

1. Der Herstellung eines Erdplanums

2. Den Aufbau von dünn-schichtigen Oberbauschichten.

Das Planum entsteht durch Bodenabtrag oder Bodenauftrag. Dabei muß der Boden entweder in gewachsenem Zustand verwendet oder verbessert oder künstlich möglichst lagenweise aufgetragen werden. Da als Untergrund von Sportanlagen oder Spielflächen nicht nur natürlich gewachsene Böden Verwendung finden, sondern gerade für diese Bauvorhaben auch häufig auf denkbar schlechtem Baugrund, wie aufgelassene Schutt- und Müllhalden ausgewichen wird, steht nicht nur für die Oberbauschichten, sondern auch für den Baugrund die Frage nach ausreichend guter Qualität an. Die Mindestanforderungen sind in den DIN 18035, Blatt 4 und Blatt 5 und DIN 18915, Blatt 1 festgelegt. Die Frage nach der vorhandenen Qualität kann von der Bodenphysik beantwortet werden. Im Bezug auf den Baustoff Boden treten folgende Fragen auf:

1. Ist der vorhandene Boden ausreichend tragfähig,
2. Ist der aufzutragende Boden als Baugrund geeignet,
3. Sind die für den Oberbau zu verwendenden Materialien geeignet,
4. Welche Maßnahmen können zur Verbesserung der Bodenqualität getroffen werden.

In Bezug auf das fertige Bauwerk ist zu überprüfen, ob es den gestellten Anforderungen genügt. Die bodenphysikalischen Untersuchungen zielen damit auf Eignungsprüfungen bzw. auf Kontrollprüfungen hin. Technisch gesehen ist die Qualität eines Erdbaustoffes von drei Faktoren abhängig: Sicherheit, Bearbeitbarkeit – Verarbeitbarkeit und Tragfähigkeit. Die Qualität eines Erdbaustoffes ist durch bodenphysikalische Prüfungen meßbar.

Dr. Beier von der Fachhochschule Osnabrück erläuterte ausführlich die Prüfverfahren zur Ermittlung von Korngrößenverteilung, Ermittlung der Konsistenzgrenzen, Ermittlung der Verdichtbarkeit, Ermittlung des Verdichtungsgrades und Ermittlung der Tragfähigkeit. Die Ausführungen von Dr. Beier sind ebenfalls in dieser Zeitschrift, Ausgabe 2/75 nachzulesen.

Entscheidend für die Belastbarkeit bzw. Beispielbarkeit eines Sportplatzes ist neben der Qualität des Erdbaustoffes der unkrautfreie Bestand an strapazierfähigen Rasengräsern. Wird die Konkurrenzkraft der Gräser herabgesetzt durch nicht ausreichende Nährstoffversorgung oder unzureichende Unkrautbekämpfung, so entwickeln sich die Unkräuter relativ schnell. Starke Nutzung, anhaltende Trockenheit, sehr nasse Standorte und Lichtmangel fördern gleichfalls die Verunkrautung der Spiel- und Sportrasen. Ebenso haben auch nicht sachgerecht zusammengestellte Samenmischungen und ein unsachgemäßer Schnitt Wirkungen auf den Grad der Verunkrautung, insbesondere zwischen der Nährstoffversorgung und Unkrautbekämpfung bestehen enge Beziehungen, die von Dr. Opitz von Boberfeld in seinem Referat „Düngung und Unkrautbekämpfung der Spiel- und Sportflächen“ herausgestellt hat. Als Hauptelemente bei der Spiel- und Sportflächendüngung stehen Stickstoff, Phosphorsäure, Kalium und Calcium im Vordergrund: Die weiteren Haupt- und Spurenelemente wie Magnesium, Kupfer etc. haben bei der Rasendüngung durchweg eine untergeordnete Bedeutung, sofern allerdings die Rasenschichten nicht zu stark vermagert werden. Ursache für diese Gegebenheit ist der nicht so große Entzug und die ständige Zufuhr dieser Nährstoffe durch Dünger, bei denen diese Elemente nicht besonders herausgestellt werden. Eine vorhandene Stickstoffunterversorgung ist relativ leicht zu erkennen: In einem gehemmten Wachstum, besonders älterer Blätter vergilben von der Blattspitze her. Der Wirkungsfaktor von Stickstoff ist verhältnismäßig klein, d. h. der mit der Stickstoff erzielbare optimale Effekt, worunter gute Färbung, Unkrautfreiheit, Narbendichte etc. zu verstehen ist, wird erst mit sehr viel mehr Teilgaben erreicht, als das bei Phosphorsäure und Kali der Fall ist. Die Fähigkeit zur Erkennung von Mangelschäden, insbesondere aber deren Ursachen macht eine zweckgerechte Düngerversorgung erst möglich.

Bei der Nährstoffversorgung lassen sich grundsätzlich folgende Düngungsstufen unterscheiden und zwar Nährstoffausbeute, Nährstoffersatz und Nährstoffanreicherung. Bei der Anlage allgemein und speziell bei der Anlage von Spiel- und

Sportrasen auf vermagerten Tragschichten ist eine Nährstoffanreicherung der Tragschicht notwendig, da hier in der Regel der Boden zunächst durch die von den Pflanzen produzierten organischen Substanzen angereichert wird, was an den Nährstoffhaushalt gewisse Ansprüche stellt. Ziel solcher Gaben ist es, eine Beschleunigung des Narbenschlusses zu erreichen, um damit das Risiko von Erderosionen und Verunkrautung einzuengen.

Bei der Nährstoffversorgung älterer Rasen von Spiel- und Sportflächen ist in der Regel nur für ein Nährstoffersatz zu sorgen. Die erforderliche Düngemenge pro Jahr ist abhängig von der Spielintensität, dem Witterungsverlauf und dem Wachstumsrhythmus des Rasens. Sicherlich ist es sinnvoll, ähnlich wie auch auf Golfplätzen stark beanspruchte Flächenanteile zusätzlich zu düngen.

In weitgehend schneefreien Lagen kommt im Hinblick auf die Erhaltung einer guten Rasennarbe der Herbstdüngung mit Stickstoff ein besonderer Wert zu. Die Herbstgabe ca. 5 gr Stickstoff pro qm sollte zu dem Zeitpunkt ausgebracht werden, wenn kaum noch oberirdischer Zuwachs erfolgt, d. h. je nach Lage in der Zeit von Mitte Oktober bis Mitte November. Die von Dr. Opitz von Boberfeld vorgenommene Gruppierung der Düngemittel in aufbereitete organische Dünger, in synthetisch-organische Dünger, in mineralische Dünger und Mischdünger, erlaubte ihm eine klare Definition über deren Einsatzmöglichkeiten und spezifischen Düngewirkungen.

Wie bereits angeführt bestehen unmittelbare Zusammenhänge zwischen der Nährstoffversorgung und der Verunkrautung von Rasenflächen. Bei der Unkrautbekämpfung ist zwischen den Maßnahmen beim Neubau von Anlagen und den Maßnahmen bei der Unterhaltung bereits in Nutzung befindlicher Spiel- und Sportanlagen zu unterscheiden. Die DIN-18035, Blatt 4 schreibt vor, daß, sofern Oberboden für die Rasentragschicht verwendet wird, dieser frei sein soll von lebenden Pflanzen, regenerationsfähigen Pflanzenteilen und keimfähigem Saatgut. Da nun in der Regel jeder Boden zum Teil über einen recht beachtlichen Vorrat an keimfähigem Samen verfügt, haben beim Bau von Rasen-, Spiel- und Sportplätzen vorbeugende Maßnahmen im Hinblick auf die Unkrautbekämpfung Bedeutung. In den meisten Fällen wird eine Entseuchung des Oberbodens erforderlich sein, die einmal auf physikalischem Wege durch Dämpfen und zum anderen auf chemischem Wege durch Pestizide erreicht werden kann.

Bei der Unkrautbekämpfung auf älteren Narben ist grundsätzlich zwischen indirekten und direkten Maßnahmen zu unterscheiden. Unter indirekter Unkrautbekämpfung sind Maßnahmen zu verstehen, die an den Punkten einsetzen, die die Ursache für eine Verunkrautung darstellen. Eine zentrale Stelle nimmt bei den indirekten Bekämpfungsmaßnahmen eine ausreichende und ausgewogene Nährstoffversorgung ein. Eine gleichfalls wirksame und relativ leicht zu handhabendes Mittel ist der Rasenschnitt.

Unter direkter Unkrautbekämpfung sind Maßnahmen zu verstehen, die lediglich die Unkräuter beseitigen ohne die ursächlichen Zusammenhänge einer Verunkrautung zu berühren. Bei den Mitteln für direkte Unkrautbekämpfung, den Herbiziden, sind die Ätzmittel oder Kontaktherbizide von den Wuchsstoffmitteln oder synthetischen Herbiziden zu unterscheiden. Die wichtigsten Wirkstoffe der Wuchsstoffmittel zur Unkrautbekämpfung auf Spiel- und Sportrasen lassen sich von mild nach aggressiv folgendermaßen ordnen: MCPA-2,4 D – CMPP-2,4-DP-2,4,5 T. Diese und weitere Wirkstoffe gibt es dann in den verschiedensten Kombinationen. In seinem Referat „Die Wasserversorgung und Pflege von Spiel- und Sportflächen“ weist Dr. Opitz von Boberfeld als entscheidend aus, daß Pflegemaßnahmen auf Grünflächen Rückwirkungen auf die Zusammensetzung der Pflanzenbestände und den Fehlstellen-Anteil haben. da in den Ansprüchen einzelner Arten Unterschiede bestehen. Eine optimal gestaltete Pflege kann daher den Wert guter Flächen erhalten und den Wert vernachlässigter Flächen nachhaltig steigern. Folglich ist es wichtig zu wissen, wann, womit, wie und warum eine Pflege der Spiel- und Sportrasen durchzuführen ist und welche Auswirkungen die einzelnen oder kombinierten Pflegemaßnahmen haben.

Vergleichbar in der Belastbarkeit der Pflegeintensität sowie sachlich materiellen Aufwendungen mit den Sportplatzanlagen

Resistenz von Sorten von *Poa pratensis* L. gegen *Puccinia poarum* Niels. und *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* (Othth) Cummins und H. C. Greene

J. J. Bakker und H. Vos, Wageningen

1. Einleitung

Poa pratensis wird in den Niederlanden für Sportfelder, Weg-raine, Rasen und in Grünland für Futterzwecke verwendet. Besonders auf wenig häufig gemähten Grasflächen wie Weg-rainen und Grünland für Futterzwecke kann ein erheblicher Rostbefall auftreten. In einigen Fällen wird *Poa pratensis* auch auf Rasen und Sportfeldern befallen, aber dies gibt in den Niederlanden im allgemeinen kein großes Problem. Auf Rasen und Sportfeldern kann *Drechslera poae* (Baudys) Shoemaker erhebliche Schäden geben, wenn keine dagegen resistenten Sorten benutzt werden, während *Erysiphe graminis* DC. ex Mérat auf Rasen im Schatten und in Vermehrungsbeständen ziemlich schädlich sein kann.

In den Niederlanden sind bisher zwei Rostarten gefunden worden, nämlich *Puccinia poarum* Niels. und *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* (Othth) Cummins und H. C. Greene syn. *Puccinia poae-nemoralis* Othth. an *Poa pratensis* L. und *Poa nemoralis* L.. An *Poa annua* L. und *Poa trivialis* L. wurde nur *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* gefunden. In anderen Ländern wird *Poa pratensis* auch von *Puccinia graminis* Pers. und *Puccinia striiformis* Westend befallen. *Puccinia graminis* hat wie *P. brachypodii* var. *poae-nemoralis* braune Rostpusteln (Uredolagern), hat aber keine kopfartigen, dickwandigen Paraphysen in Uredolagern. Die Uredolager von *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* sind rund-oval mit einem hellen Ring verfärbten Blattgewebes, der bei den länglichen Lagern von *Puccinia graminis* fehlt. *Puccinia striiformis* hat ebenso wie *Puccinia poarum* orange Uredolager, aber sackförmige Paraphysen in den Uredolagern.

Puccinia poarum kommt am meisten in Nordwesteuropa vor, dies im Gegensatz zu *Puccinia graminis*, der am meisten in den mehr südlichen Gebieten Europas, zum Beispiel in Süd-Frankreich, Süd-Deutschland, der Schweiz, Österreich vorkommt. *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* ist in ganz Europa verbreitet, auch in den USA, ist dort aber im allgemeinen wenig schädlich. Auf Wiesenrispe, angebaut für Samenvermehrung, ist in Californien und Oregon *Puccinia striiformis* sehr schädlich (Hardison, 1963). *Puccinia poarum* wurde auf *Poa pratensis* u. a. in Deutschland, Dänemark, Schweden, der Türkei, Japan (Greene und Cummins, 1967), England (Moore, 1959), Norwegen (Jørstad, 1950), Irland (O'Rourke, 1967), Rumänien (Anonymous, 1953), Rußland (Fokin, 1924) und den USA (Garrett, 1910 und Brenckle, 1918) gefunden. *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* wurde auf *Poa pratensis* u. a. in Dänemark, den USA (Cummins und Greene, 1966), Deutschland (Straib, 1952), DDR (Frauenstein, 1970), England (Sampson und Western, 1942), Norwegen (Jørstad, 1950), Neuseeland (Connors, 1956), Alaska (Anderson, 1952) und Japan (Sato, 1954) festgestellt.

2. Versuchsbeschreibung

Die Entwicklung des Rostbefalls ist 1973 und 1974 an Einzelpflanzen und in Reihensaat beobachtet worden. Es wurde nur der Rostbefall an nicht abgestorbenen Blättern bonitiert. Auf Rasen fanden an *Poa pratensis* keine Beobachtungen wegen geringen Rostbefalls unter diesen Verhältnissen statt. Die Einzelpflanzen wurden auf Sandboden in der Umgebung von Wageningen ausgepflanzt, während die Reihensaat auf Sandboden in der Umgebung von Wageningen und auf Tonboden in Dronten (Oostelijk-Flevoland) erfolgte. Die Einzelpflanzen wurden im März in einem Gewächshaus angesät, einmal pikiert und Ende Mai in zwei Wiederholungen von je zehn Pflanzen auf das Feld ausgepflanzt. Die Reihensaat wurde im Juni und Juli direkt auf dem Felde durchgeführt, und zwar in zwei Wiederholungen von je 2 Reihen mit Reihenlänge von 2 m.

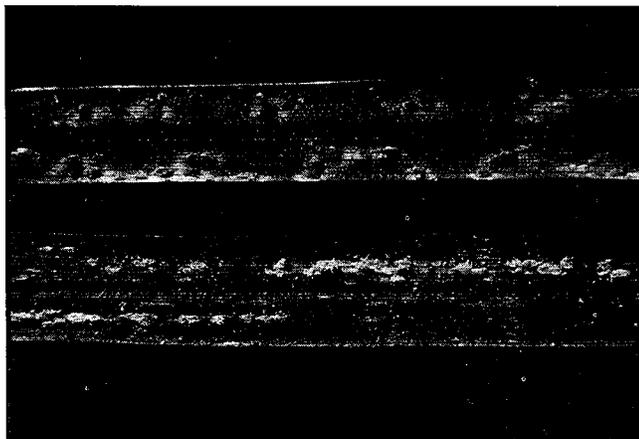
3. Ergebnisse und Schlußfolgerungen

3.1 Beschreibung von *Puccinia poarum* (Orangen-Streifenrost)

Die meisten Uredolager befinden sich auf der Oberseite der Blätter; die Blattscheiden und Rispenachsen können aber auch angegriffen werden. *Puccinia poarum* hat längliche, einigermaßen in Reihen angeordnete, orangefarbige Uredolager (Darst. 1), die wenig über die Blattoberfläche hinausragen. Sie enthalten keine oder sehr wenig dünnwandige keulenförmige oder kopfartige Paraphysen, während die meisten Paraphysen in den Uredolagern, die an der Unterseite der Blätter gebildet werden, vorkommen (Darst. 2). Es gibt Uredolager, die nur Sporen enthalten mit einer farbigen Wand oder die allein Sporen enthalten mit einer farblosen Wand. Lager, die beide Typen enthalten, kommen auch vor. Die Sporen haben 3-4 zerstreute Keimporen. Die Teleutolager sind braunschwarz und bleiben lange von der Epidermis bedeckt.

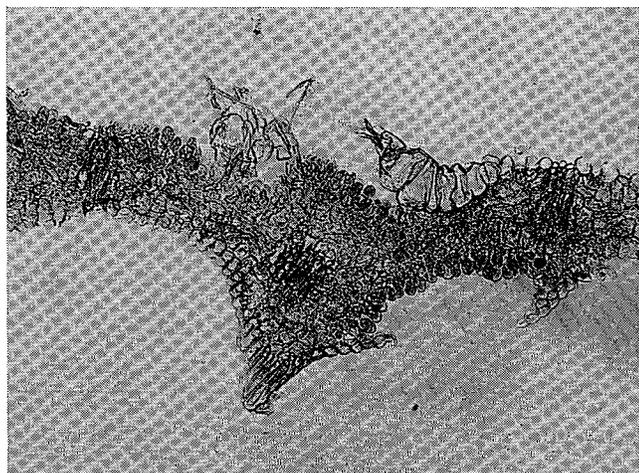
3.2 Beschreibung von *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* (Braunfleckenrost)

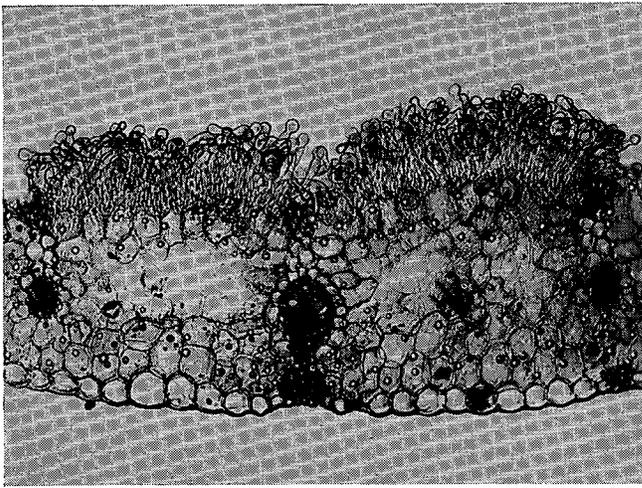
Die Uredolager befinden sich meistens auf der Blattoberseite; die Blattscheiden können aber auch angegriffen werden. Sie sind rund-oval, braun und um das Lager herum befindet sich ein heller Ring verfärbten Blattgewebes (Darst. 1). Sie haben ferner ein kissenförmiges Vorkommen, weil sie ziemlich weit



Darst. 1: *Poa pratensis* mit Uredolagern von *Puccinia poarum* (unten) und *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* (oben).

Darst. 2: Querschnitt eines von *Puccinia poarum* befallenen Blattes von Wiesenrispe.





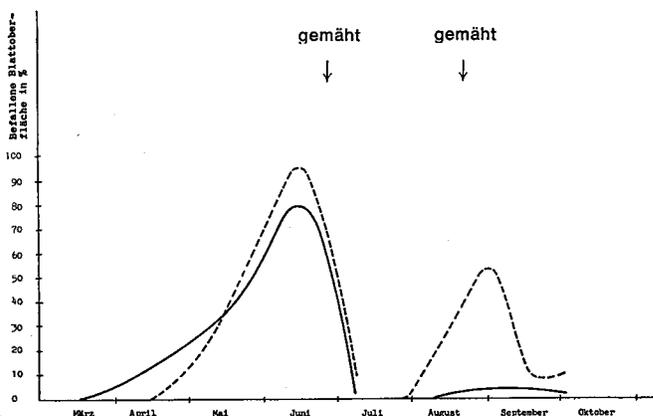
Darst. 3: Querschnitt eines von *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* befallenen Blattes von Wiesenrispe.

über die Blattoberfläche hinausragen, und sie enthalten sehr viele dickwandige, kopfartige, oft knieförmig gebogene Paraphysen (Darst. 3). Die Uredosporen haben 6 (5–8) zerstreute Keimporen, was mit den Ergebnissen von Wilson und Henderson (1966) in England übereinstimmt, aber nicht mit den von Cummins und Greene (1966) in Amerika, die 8–12 Keimporen fanden. Die Teleutolager, von der Epidermis bedeckt, bleiben grau-braunfarbig und enthalten nur rudimentäre Teleutosporen. Jørstad (1950) hat nur zweimal Teleutosporen auf Wiesenrispe gefunden, wobei er einmal junge Teleutosporen in Uredolager auf grünen überwinterten Blättern fand.

3.3 Das Vorkommen von *Puccinia poarum* und *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* auf *Poa pratensis*

3.3.1 Das Auftreten von *Puccinia poarum* und *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* im Laufe des Jahres

Nach Wilson und Henderson (1966) tritt bei *Puccinia poarum* der erste Höhepunkt der Uredo- und Teleutosporenproduktion im Juli-August und der zweite Höhepunkt im Oktober-Dezember auf. In den Niederlanden sind 1973 bis Mitte Januar auf alten Blättern Lager von *Puccinia poarum* gefunden worden, in denen sowohl Uredo- wie Teleutosporen vorkamen. Einige Wochen später wurden nur noch Teleutosporen gefunden. Der erste Befall von *Puccinia poarum* trat 1973 auf neugebildeten Blättern Anfang August auf und der maximale Befall einer sehr anfälligen Sorte wurde Ende August erreicht. 1974 war im Gegensatz zu 1973 nach einem sehr milden Winter schon Mitte April der erste Befall auf neugebildeten Blättern zu finden, der maximale Befall Mitte Juni. Ende Juli, einige Wochen nach dem Mähen, trat ein zweiter Befall auf, der nahezu in die gleiche Zeit des ersten Befalls von 1973 fiel. Ende September scheint der Befall von *Puccinia poarum* wieder etwas zuzunehmen.



Darst. 4: Befall von *Poa pratensis* im Jahre 1974, im Juli 1973 in Dronten in Reihen ausgesät, durch *Puccinia poarum* (---), *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* (—).

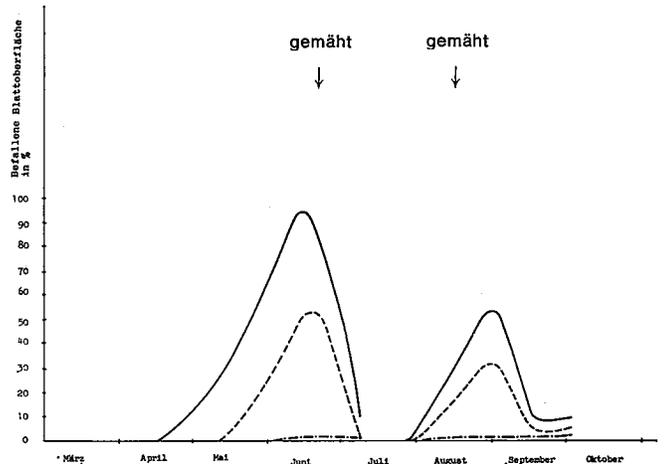
Wie Darstellung 4 zeigt, nimmt der Befall erst langsam, dann ziemlich rasch zu, worauf ein Rückgang des Befalls auftritt. Dieser Rückgang ergibt sich, weil die Blätter absterben und neu gebildete Blätter noch keinen oder nur einen geringen Befall aufweisen. Teleutolager werden ab September gebildet. *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* überwintert im Uredostadium oder als Myzel im Blatt. 1973 und 1974 wurden Mitte März die ersten Uredolager auf neugebildeten Blättern gefunden, während sie auf alten Blättern während des ganzen Winters anwesend waren. Wie Darstellung 4 zeigt, nimmt der Befall im Frühjahr erst langsam, darauf ziemlich rasch bis Mitte Juni zu, wonach ein Rückgang des Befalls auftritt. Der Rückgang tritt auf, weil nach der Blüte viele alte Blätter absterben und junge Blätter, die dann noch kaum gebildet werden, keinen oder nur einen geringen Befall aufweisen. Einige Wochen nach dem Mähen nimmt der Befall wieder zu, wonach Mitte September der maximale Befall erreicht wird. Im Juni und Oktober werden Teleutolager gebildet, die aber nicht auswachsen.

3.3.2 Die Masse der Ausbreitung des Befalls auf den verschiedenen Sorten

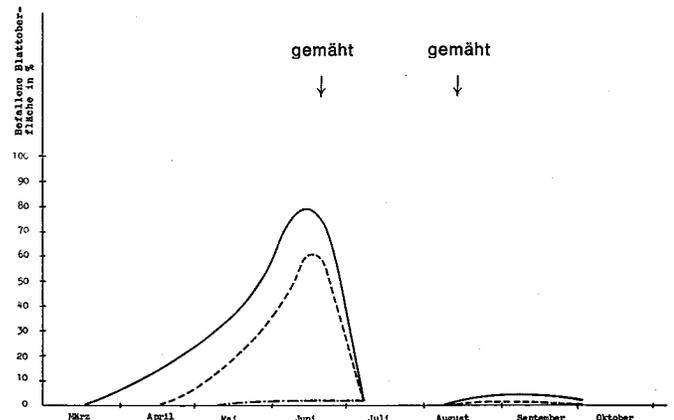
Im Frühjahr werden wenig resistente Sorten eher als resistente Sorten befallen, dies im Gegensatz zum Spätsommer, wenn alle Sorten fast gleich befallen werden. Im Frühjahr treten Resistenzdifferenzen mehr durch Unterschied im Befallsanfang in den Vordergrund und im Spätsommer durch Unterschied in der Masse der Verbreitung der Krankheit (Darst. 5 und 6).

3.3.3 Die Differenz im Befall von Einzelpflanzen und Reihensaaten in der Umgebung von Wageningen

Die im Frühjahr gesäten Einzelpflanzen wurden im Aussaatjahr zum ersten Mal im Juli-August befallen, während die



Darst. 5: Sortendifferenzen im Befall von *Poa pratensis* durch *Puccinia poarum* 1974. *Poa pratensis* ausgesät im Juli 1973 in Reihen in Dronten: — sehr wenig resistente Sorte, --- wenig resistente Sorte, -.- resistente Sorte.



Darst. 6: Sortendifferenzen im Befall von *Poa pratensis* durch *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* 1974; *Poa pratensis* ausgesät im Juli 1973 in Reihen in Dronten: — sehr wenig resistente Sorte, --- wenig resistente Sorte, -.- resistente Sorte.

Reihenaussaat vom Juni-Juli im Aussaatjahr zum ersten Mal im September-Oktober befallen wurde. Dieser Unterschied im Befallsanfang wird namentlich durch Altersdifferenzen der Pflanzen verursacht.

Im Jahr nach dem Aussaatjahr tritt der erste Befall der Einzelpflanzen von *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* im März und von der Reihensaart im April auf; bei *Puccinia poarum* ist dies Ende Juli bzw. Anfang August der Fall. Vergleiche im Frühjahr sind nicht möglich, weil *Puccinia poarum* in Wageningen damals nicht vorhanden war.

3.3.4 Der Wachstumsstandort der Pflanzen
Sowohl in der Umgebung von Wageningen als auch in Dronten wurde bei den Sorten Reihensaart durchgeführt. In Wageningen, in der Mitte der Niederlande, liegt das Versuchsfeld auf Sandboden, während sich das Versuchsfeld in Dronten auf Tonboden in einem neuen Polder des IJsselsees befindet, etwa 100 km nördlich von Wageningen. Zwischen diesen Versuchsfeldern treten große Unterschiede im Befallsanfang auf. 1974 kam Ende Juli der erste Befall von *Puccinia poarum* auf den 1973 angesäten Reihen in Wageningen zugleich mit dem zweiten Befall in Dronten vor. Der erste Befall trat in Dronten Mitte April auf.

In Wageningen wird die Reihensaart im Frühjahr immer um einen Monat später von *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* als in Dronten befallen.

3.4 Sortenunterschiede in der Resistenz gegen *Puccinia poarum* und *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* bei *Poa pratensis*

Es gibt Sorten, die in hohem Maße resistent gegen *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* und sehr anfällig für *Puccinia poarum* sind, zum Beispiel Minimo. Auch das Gegenteil kommt vor, zum Beispiel Dynamo, während es auch Sorten gibt, die etwa gleich anfällig für beide Rostarten sind. Im Agriculture Handbook No. 170 „Grass varieties in the United States“ wird von einer Anzahl Sorten die Resistenz gegen Rost angegeben. Die Reihenfolge der Resistenz ist dieselbe wie in den Niederlanden gegen *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis*.

Ergebnisse einer Anzahl von Sorten aus Deutschland stimmen in Hinsicht auf *Puccinia poarum* oder *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* (Anonymous, 1973) nicht mit den in den Niederlanden gefundenen Resistenzen überein. In Deutschland tritt ein Befall von *Puccinia poarum*, *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* und *Puccinia graminis* auf.

Aus Ergebnissen von Britton und Cummins (1959) und Britton und Butler (1965) zeigt sich, daß die Reihenfolge der Resistenz gegen *Puccinia graminis* wieder eine andere ist als die Reihenfolge der Sorten gegen *Puccinia poarum* und *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis*.

Nachstehende Tabelle gibt die Reihenfolge der Resistenz in den Niederlanden zum Zeitpunkt des stärksten Befalls der am meisten anfälligen Sorte an.

Tabelle 1:

Reihenfolge der Resistenz von Sorten von *Poa pratensis* gegen *Puccinia poarum* und *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* unter niederländischen Verhältnissen (eine niedrige Zahl in der Reihenfolge bezeichnet eine große Resistenz)

Sorte	Reihenfolge der Resistenz gegen		Sorte	Reihenfolge der Resistenz gegen	
	<i>Puccinia poarum</i>	<i>Puccinia brachypodii</i> var. <i>poae-nemoralis</i>		<i>Puccinia poarum</i>	<i>Puccinia brachypodii</i> var. <i>poae-nemoralis</i>
Geronimo	1	30	Baronie	22	12
Dynamo	2	41	Pion	23	26
Apoll	3	38	Parade	24	8
Continental	4	7	Encrona	25	8
Enita	5	24	Ensema	25	40
Mosa	5	39	Aquila	27	20
Sydsport	8	10	Pac	27	21
Barones	8	16	Fylking	30	10
Enmundi	8	18	Adorno	30	23
Baron	8	28	Prato	30	26
Birka	11	31	Pondorosa	33	6
Delft	12	17	Modena	33	13
Arista	13	34	Barkenta	33	36
Entopper	15	5	Bartense	35	2
Olymprisp	15	13	Merion	36	32
Enoble	15	19	Enmeria	37	34
Kimono	18	21	Nugget	38	15
Entensa	18	25	Captan	39	3
Monopoly	18	29	Arena	40	33
Campina	20	3	Minimo	41	1
Enprima	20	36			

Literatur:

ANDERSON, J. P., 1952: The Uredinales of Alaska and adjacent parts of Canada, Iowa State College Journal of Science 26 (4). 507-526.
The review of applied mycology. 33. 184.

ANONYMOUS, 1953: Monografia Uredinalelor din Republica Populara Romana II. 717 und 737.

ANONYMOUS, 1973: Beschreibende Sortenliste für Rasengräser 1973, Bundessortenamt, Bemerode/Hannover.

BRENCKLE, J. F., 1918: North Dakota Fungi. Mycologia 10. 205.

BRITTON, M. P. and G. B. CUMMINS, 1959: Subspecific identity of the stem rust fungus of Merion bluegrass. Phytopathology 49. 287-289.

BRITTON, M. P. and J. D. BUTLER, 1965: Resistance of seven Kentucky bluegrass varieties to stem rust. Plant Disease Reporter, 49. 708-710.

CONNERS, I. L., 1956: Thirty-fifth Annual Report of the Canadian Plant Disease Survey, 1955. 124. The review of applied mycology 35. 876.

CUMMINS, G. B. and H. C. GREENE, 1966: Grass rusts. Mycologia 58. 705-707.

FOKIN, A. D., 1924: Diseases and injuries of cultivated plants observed during the summer of 1922 in the Government of Vyatka. Trans. Fourth All-Russian Entomo - Phytopath. Congress in Moscow 8th to 14th December 1922. 108-115.
The review of applied mycology 4. 396.

FRAUENSTEIN, K., 1970: Die wichtigsten pilzlichen Krankheitserreger der Wiesenrispe (*Poa pratensis* L.) im Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik. Nachrichtenblatt für den Deutschen Pflanzenschutzdienst (Berlin) 24. 5-9.

GARRETT, A. O., 1910: Smuts and Rusts of Utah. Mycologia 2. 292.

GREENE, H. C. and G. B. CUMMINS, 1967: *Puccinia*. Mycologia 59. 53-56.

HANSON, A. A., 1972: Grass varieties in the United States. Agriculture Handbook no. 170. Agricultural Research Service United States Department of Agriculture, Washington.

HARDISON, J. R., 1963: Commercial control of *Puccinia striiformis* and other rusts in seedcrops of *Poa pratensis* by Nickel Fungicides. Phytopathology 53. 209-216.

JØRSTAD, I., 1950: The Graminicolous rust fungi of Norway. Mat.-Naturv. Klasse no. 3. 44-47.

Mc. NABB, R. F. R., 1962: The Graminicolous rust fungi of New Zealand. Transactions of the Royal Society of New Zealand Botany 1. 235-257.

MOORE, W. C., 1959: British parasitic fungi. Cambridge University Press. 309.

O'ROURKE, C., 1967: Research Report Plant Science Crop Husbandry, Dublin. 90-102.

SAMPSON, K. and J. H. WESTERN, 1942: Diseases of British Grasses and Herbage Legumes. Cambridge University Press. 13-14.

SATO, S., 1954: Uredinales collected in Mt. Zawō and Mt. Asahi-dake, Prefecture Yamagata. Journal of Jap. Botany 29 (8). 251-256.
The review of applied mycology 34. 258.

STRAIB, W., 1952: Beiträge zur Kenntnis der an Futtergräsern auftretenden Rostpilze. Zbl. Bakt., Abt. 2, 107 (1-4). 1-39. The review of applied mycology 32. 193.

WILSON, M. and D. M. HENDERSON, 1966: British rust fungi. Cambridge University Press. 271-275.

Zusammenfassung Seite 38
Summary Page 38

4. Zusammenfassung

Poa pratensis L. wurde 1973 und 1974 in den Niederlanden von *Puccinia poarum* Niels. und *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* (Othth) Cummins und H. C. Greene befallen. In anderen Ländern kann Wiesenrispe auch von *Puccinia graminis* Pers. und *Puccinia striiformis* Westend befallen werden.

Puccinia poarum hat in Reihen angeordnete orangefarbige Uredolager, die keine Paraphysen enthalten. *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* hat braune, runde Uredolager mit vielen dickwandigen kopfartigen Paraphysen. Um das Lager herum befindet sich ein heller Ring verfärbten Blattgewebes. Ab Mitte April kann *Poa pratensis* von *Puccinia poarum* befallen werden und ab Mitte März von *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis*. Der erste Höhepunkt der Uredosporenproduktion tritt bei *Puccinia poarum* Mitte Juni auf und der zweite Höhepunkt Ende August.

Bei *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* tritt der erste Höhepunkt Mitte Juni auf und der zweite Höhepunkt Mitte September.

Im Frühjahr treten Resistenzdifferenzen zwischen den Sorten mehr in den Vordergrund durch Unterschied im Befallsanfang und im Spätsommer durch Unterschied im Maße der Verbreitung der Krankheit. Der Zeitpunkt des Befalls ist auch vom Alter und dem Standort der Pflanzen abhängig.

Die Reihenfolge der Rostresistenz der Sorten von *Poa pratensis* zur Zeit des stärksten Befalls ist bei *Puccinia poarum* und *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* ganz verschieden.

Summary

In the Netherlands *Poa pratensis* L. was attacked by *Puccinia poarum* Niels. and *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* (Othth) Cummins and H. C. Greene in 1973 and 1974. In other countries Smooth stalked meadowgrass can also be attacked by *Puccinia graminis* Pers. and *Puccinia striiformis* Westend. *Puccinia poarum* has seriatly arranged orange uredinia which contain no paraphyses. *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* has brown roundish uredinia with abundant thick walled capitate paraphyses. Round the uredinia is a light ring of discoloured mesophyll.

From mid April *Poa pratensis* may be attacked by *Puccinia poarum* and from mid March by *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis*. The first top of the uredospores production appears mid June by *Puccinia poarum* and the second top the end of August.

By *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis* the first top appears mid June and the second top mid September.

In spring differences in resistance between varieties come more to the front through differences in time of attack and in late summer through differences in measure of spreading of the disease.

Moment of attack also depends on age and growing place of the plants. The order of resistance of the varieties of *Poa pratensis* on the moment that the attack has reached its maximum is for *Puccinia poarum* complete different from *Puccinia brachypodii* var. *poae-nemoralis*.

Betrachtungen zur Anwendung von Rasenherbiziden

G. Heidler, Braunschweig

Der Garten früherer Jahre mit zahlreichen Beeten, die meistens dem Anbau von Kulturpflanzen vorbehalten waren, deren Ertrag der Ergänzung und Vervollständigung der Speisekarten diente, ist heute einem Garten gewichen, der vor allem zu einer Zieranlage geworden ist. Mittelpunkt dieses Stückchens Natur ist der Zierrasen, das Prunkstück des Gartens, häufig durch einige Bäume, Ziersträucher und Blumenrabatten aufgelockert. Das Ganze wird oft von einer Hecke eingefasst und abgegrenzt. Dabei ist der Zierrasen nicht etwa einer Wiese gleichzusetzen, die von vielen bunten Blüten durchsetzt ist. Die Vorstellungen eines gepflegten Rasens, ganz gleich ob es Garten, Park, Liegewiese oder Sportplatz ist, haben sich an dem kurzgeschnittenen, gleichmäßigen Grasbestand von Parkanlagen orientiert, dessen Ursprung in England zu suchen ist. Der Stolz eines jeden Eigentümers ist es, über ein ähnliches Juwel, notfalls en miniature, zu verfügen.

Viele Rasenbesitzer sehen sich jedoch durch das Auftreten unerwünschter Unkräuter vor ein beträchtliches Problem gestellt. Schon bei der Anlage von Neuansaat sind zahlreiche Unkräuter, deren Vermehrungsorgane sowie Unkrautsamen im Boden vorhanden. Zusätzlich erfolgt eine Übertragung und Verschleppung von Unkrautsamen auf Neuanlagen und ältere Rasenflächen durch Wind, Menschen und Tiere. Dabei sind benachbarte Ödländereien besonders gute Unkrautsamenspender. Die Unkräuter entwickeln sich im Rasen fast durchweg schneller als die Nutzgräser. Zum Teil verfügen sie auch über starke vegetative Vermehrungsorgane, die die Ausbreitung verstärkt begünstigen. Ihre Anpassungsfähigkeit an die jeweiligen Standortverhältnisse und ihr Verdrängungsvermögen übertrifft oft das der Kulturgräser um ein Vielfaches. Mangelnde Nährstoffversorgung, wie sie häufig beobachtet wird, führt fast immer zu einer Veränderung des Pflanzenbestandes zugunsten der Unkräuter. Das gleiche gilt für anhaltende Trockenheit, die ganz besonders das Wachstum der flachwurzelnenden Gräser im Gegensatz zu den meisten Unkräutern benachteiligt. Auch wird im Laufe der Zeit durch einen unregelmäßigen Rasenschnitt der Gräserbestand ungünstig beeinflusst. Ausreichende Nährstoff- und Wasserversorgung so-

wie regelmäßiger Rasenschnitt sind die wichtigsten Garantien für einen einwandfreien Zier- und Sportrasen. Wenn diese Maßnahmen nicht den gewünschten Erfolg bezüglich der Verhinderung der Verunkrautung von Rasenflächen bringen, erst dann ist an den Einsatz von Herbiziden zu denken.

Ausgehend von den Einsatzmöglichkeiten in landwirtschaftlichen Großkulturen haben in den letzten Jahrzehnten die Erkenntnisse über Herbizide große Fortschritte gemacht. In diesen Kulturarten gewonnene Erfahrungen wurden für die Anwendung auf Zier- und Sportrasen genutzt. Hinzu kommt, daß diese Erfahrungen, ganz besonders in den letzten 5 Jahren, zu einer wesentlichen Weiterentwicklung dieses Einsatzgebietes geführt haben. Mit hohem Aufwand sind hier von den verschiedensten Seiten Untersuchungen und Forschungsarbeiten durchgeführt worden. Diese Entwicklung kommt vor allem auch in der zunehmenden Anzahl der von der Biologischen Bundesanstalt zugelassene Rasenherbizide zum Ausdruck.

Während anfangs dem Anwender nur Pflanzenschutzmittel in Form von Wuchsstoffen bzw. Eisensulfat zur Verfügung standen, umfaßt heute die Palette eine Fülle von Wirkstoffen mit mehr oder minder großer Wirkungsbreite, insbesondere auch gegen Problemunkräuter. Zu den altbekanntesten Rasenherbizid-Wirkstoffen kann man wohl die Wuchsstoffe, wie 2,4-D, Dichlorprop, MCPA, Mecoprop und 2,4,5-T sowie Eisen-II-sulfat allein bzw. in Kombination untereinander zählen. Hierzu kamen im Laufe der letzten Jahre Präparate mit den Wirkstoffen Chlorflurenol, Chlorthal, Dicamba, Flurenol, Ioxynil, TBA und Chloroxuron. Bei den heute für die Bekämpfung von Rasenunkräutern zur Verfügung stehenden Wirkstoffen kann davon ausgegangen werden, daß mit ihnen die wichtigsten zweikeimblättrigen Unkräuter und Moose zu erfassen sind. Selbstverständlich muß dabei in Betracht gezogen werden, daß durch die einseitige Anwendung bestimmter Wirkstoffe Unkräuter selektiert werden, die dann zu einem Problem werden können.

Ein wesentlicher Gesichtspunkt für den Unkraut-Bekämpfungserfolg ist die Art der Ausbringung. Hier haben in jüngster

Zeit die stärksten Veränderungen stattgefunden. Während ursprünglich nur die Gieß- und Spritzmittel zur Verfügung standen, treten nunmehr in zunehmendem Maße Streumittel in den Vordergrund. Dabei sind meistens die Wirkstoffe mit einem Volldünger kombiniert. Obwohl die herbiziden Spritzmittel eine optimale Verteilung bei der Ausbringung ermöglichen, eine der wichtigsten Voraussetzungen für einen guten Bekämpfungserfolg, haben die Streumittel einen immer größeren Marktanteil erobert. Trotz der Tatsache, daß für eine zufriedenstellende Unkrautbekämpfung im Zier- und Sportrasen bei fast allen Streumitteln eine zweimalige Anwendung in einer Vegetationsperiode erforderlich ist, im Gegensatz dazu aber bei Spritzmitteln eine Anwendung ausreicht, konnte die Entwicklung zugunsten der Streumittel nicht aufgehalten werden. Vermutlich liegen die Gründe zum überwiegenden Teil darin, daß nur wenigen Rasenbesitzern ein geeignetes Spritzgerät zur Verfügung steht. Die Ursache ist wohl kaum im Einsparen eines Arbeitsganges, nämlich der Düngung, zu suchen. Selbst das Ausbringen des Rasenherbizids mit der Gießkanne setzt gewisse Erfahrungen und Geschicklichkeit voraus, vor denen manch ein Anwender zurückschreckt. Dieses Verfahren, auch wenn es noch so exakt durchgeführt wird, stellt infolge der Ungenauigkeit der Ausbringung ein Notbehelf dar, der in der Regel einen verminderten Bekämpfungserfolg zur Folge hat. Nicht unerwähnt sollen die Rasenherbizide in der Sprühdose bleiben. Auch hier hat der allgemeine Trend dazu beigetragen, daß ein gewisser Marktanteil erreicht wurde, obwohl damit nur einzeln stehende, breitblättrige Unkräuter gezielt bekämpft werden können, die ebensogut mit dem Messer zu beseitigen wären. In diese Kategorie gehört auch ein Tupfstab, mit dem Unkräuter durch Betupfen bekämpft werden, ohne daß dabei benachbarter Rasen geschädigt wird.

Heutzutage können wohl kaum noch Zweifel und Bedenken an gezielten Einsätzen von Herbiziden auf Zier- und Sportrasen bestehen. Nur ist es hierbei erforderlich, daß die Anwendung auf das notwendige Maß beschränkt bleibt. Außerdem ist besonders darauf zu achten, daß eine bestimmungsgemäße und sachgerechte Ausbringung gewährleistet ist. So ist z. B. auch die Anwendung von einigen Wirkstoffen in bestimmten Arealen verboten. Für Dicamba, 2,4,5-T und TBA ist eine Anwendung in Zufließbereichen (Einzugsgebieten) von Grund- und Quellwassergewinnungsanlagen nur auf Flächen zulässig, von denen die Fließzeit des Wassers bis zur Fassungsanlage, nach Auskunft der zuständigen Wasserbehörde, mehr als 50 Tage beträgt. In der Regel wird damit die Zone II der Wasserschutzgebiete angesprochen. Bei Pflanzenschutzmitteln mit dem Wirkstoff TBA besteht außerdem der Verdacht, daß durch das Mulchen des Mähgutes bzw. über dessen Kompostierung andere Kulturen geschädigt werden können. Eine Schädigung benachbarter Kulturen kann auch durch unsachgemäße Ausbringung erfolgen, wie z. B. durch Abtritt von Wuchsstoffen bzw. durch Verstreuungen von Granulaten. Die Abtritt, das Verwehen von Spritzflüssigkeiten durch Luftströmungen, ist besonders bei den Herbiziden gefährlich, deren Wirkung durch Aufnahme über den oberirdischen Sproß erfolgt. Somit besteht die Gefahr, daß benachbarte Kulturpflanzen getroffen und geschädigt werden. Zu dieser Gruppe von Herbiziden werden alle Wuchsstoffe gezählt. Ähnliches gilt für Streumittel. Auch hierbei ist darauf zu achten, daß sie nicht auf Flächen gelangen, die nicht für eine Behandlung vorgesehen sind. Für den Anwender selbst ist es äußerst wichtig, das Pflanzenschutzmittel so auszubringen, daß er vom Spritznebel nicht getroffen wird, und daß er bei Streumitteln, die von Hand ausgebracht werden, entsprechende Schutzhandschuhe trägt. Grundsätzlich gelten beim Einsatz von Rasenherbiziden die gleichen Sicherheitsmaßnahmen wie bei der Anwendung von anderen Pflanzenschutzmitteln.

Die allgemeine Ausweitung der Rasenflächen hat dazu geführt, daß ein immer größerer Personenkreis mit dem Problem der Rasenpflege und damit auch dem der Rasenunkräuter konfrontiert wird. Da häufig die Flächen des Zier- und Sportrasens für eine mechanische Bekämpfung zu groß bzw. diese zu zeit- und kostenaufwendig ist, wird in den meisten Fällen als einziger Ausweg die chemische Unkrautbekämpfung gesehen. In dieser Hinsicht ist jegliche Euphorie fehl am Platze, denn langjährige Versäumnisse können damit nur bedingt

wettgemacht werden. Die nachfolgende Zusammenstellung gibt eine Übersicht der für die Anwendung zur Bekämpfung von Rasenunkräutern zugelassenen Pflanzenschutzmittel (Stand 31. 3. 1975).

1. Gegen zweikeimblättrige Unkräuter in Zier- und Sportrasen
- im Ansaatjahr -

Zul. Nr.	Handelsname	Aufwandmenge
Wirkstoffe: 2,4-D + Dicamba		
02321	Rasenunkrautvernichter	4,5 g/qm

Wirkstoffe: 2,4-D + Dicamba + Dünger		
0122	Rasendünger mit Unkrautvernichter	20 g/qm

2. Gegen zweikeimblättrige Unkräuter in Zier- und Sportrasen
- nicht im Ansaatjahr -

Wirkstoffe: 2,4-D + MCPA (flüssig)		
01419	Bi-Hedonal flüssig	0,4 ml/qm
0564	Celatox-Kombi flüssig	
01567	Falitox-Kombi flüssig	
01238	Dikofag-Kombi	
0416	Herbivit-Kombi	
0908	Herbizid Rustica-Kombi DM	
0299	M 52 Kombi-flüssig	
01690	Rasen-Terlavan	
0347	Sekuron-Kombi	
01270	Seletox-Kombi	
02260	Shell-Kombi	0,3 g/qm
0937	U 46 Combi-Fluid	
01138	Utox Combi-flüssig	
02083	Wacker-Kombi	
Wirkstoff: 2,4-D + MCPA (Pulver)		
01224	Dikofag-Kombi-Pulver	0,3 g/qm
01691	Rasengießmittel Schacht	
0938	U 46 Combi-Pulver	

Wirkstoffe: 2,4-D + Dicamba		
01232	Jepolinex	0,6 bzw. 0,8 ml/qm
02321	Rasenunkrautvernichter	4,5 g/qm

Wirkstoffe: 2,4-D + Dicamba + Dünger			
02111	Asef-Rasendünger mit Unkrautvernichter	35 g/qm	
02112	Buco-Rasendünger mit Unkrautvernichter		
02288	Euflo-Rasendünger mit Unkrautvernichter		
02399	Hornoska-Golf mit Unkrautvernichter		
02364	Maiers-Rasendünger mit Unkrautvernichter		
0122	Rasendünger mit Unkrautvernichter		20 g/qm
02545	Rasendünger mit Unkrautvernichter Ideal		35 g/qm
02205	Rasen-Floranid mit Unkrautvernichter		
0175	Supergro-Extra		
Wirkstoffe: Dichlorprop + Ioxynil			
0433	Certrol DP	0,8 ml/qm	

Wirkstoffe: Dichlorprop + 2,4,5-T + Dicamba		
01845	Aglukon Rasenrein Spritzmittel	0,4 ml/qm
02264	Compo-Rasen-Unkrautvernichter	
02530	Fleur-Rasenrein-Spritz	
02263	Frankol-Combi	
02233	Gesal-Rasenpfleger-Der Unkrautvertilger für den Rasen	

Wirkstoffe: Flurenol + MCPA		
0264	Aniten S	0,5 ml/qm

Wirkstoffe: MCPA		
01165	Fleur-Rasenrein-Streu	Streustoß

Wirkstoffe: MCPA + Chlorflurenol + Dünger		
02160	Park Rasendünger mit Unkrautvernichter	30 g/qm

Wirkstoffe: MCPA + 2,4-D + Dünger		
02341	StodieK-Spezial Rasendünger mit Unkrautvernichter	30 g/qm

Wirkstoffe: MCPA + Dicamba		
0023	Banvel M	0,6 ml/qm
02452	Garten-Perle Unkrautfrei	
02441	Rasen-Hedomat	

Wirkstoffe MCPA + Dicamba + Dünger		
02267	blitol-Rasendünger plus	40 g/qm
01992	Fleur Rasendünger mit	
02257	Gartenperle-Rasendünger mit Unkrautvernichter	
02265	Gesal-Der Dünger für den Rasen mit Unkrautvernichter	

02314	park Super	30 g/qm
02238	Rasendünger Rasokur mit Unkrautvernichter	40 g/qm

Wirkstoffe: MCPA + TBA		
01798	blitol-Unkrautfrei für Rasen	1 ml/qm
0607	Rasen-Utox-flüssig	

Wirkstoffe: Mecoprop + 2,4-D (flüssig)		
01364	Celatox-CMPP-Kombi	0,7 ml/qm
01234	Dikofag MP-Kombi flüssig	
01572	Falitox-MP-Kombi flüssig	
0859	Grasrein Spieß-Urania	
01466	Hedonal MP-D	
0912	Herbizid Rustica MPD	
01203	KB Rasenunkrautvernichter	
0483	Luxatox MPD-flüssig	
0572	MP-Combi Fluid Berghoff	
0297	MP Kombi flüssig	
02262	Shell MP-Kombi	
0942	U 46 KV-Combi Fluid	
02398	Utox KV-Combi Fluid	
01766	U 46 Unkrautvernichter	
02294	Wacker MP-D	
Wirkstoffe: Mecoprop + 2,4-D-Ester		
0253	Celamerck-Unkrautstab	tupfen
6299	Tuta-RR	2 ml/qm spritzen oder 2,5 ml/qm gießen

Wirkstoffe: Mecoprop + MCPA + Chlorflurenol		
02162	Gardena perfect	30 g/qm

Wirkstoffe: Mecoprop + 2,4,5-T (flüssig)		
0567	Celatox-MPT	0,7 ml/qm
01236	Dikofag-MPT flüssig	
01570	Falitox-MPT flüssig	
01465	Hedonal MP-T	
02030	Herbizid Rustica MPT	
0827	Herbogil MPT	
0484	Luxatox MPT-flüssig	
0571	„MPT“ Berghoff	
0230	MPT flüssig	
0968	U 46 KV-T-Fluid	

Wirkstoffe: Mecoprop + 2,4,5-T (Pulver)		
01569	Falitox MPT-Pulver	0,6 g/qm
0248	MPT „Schering“	
0238	Rasen-MPT	
0934	U 46 KV-T-Pulver	

Wirkstoffe: Mecoprop + TBA + Dünger		
02181	Rasendünger Hoechst mit Unkrautvernichter Super	40 g/qm

**3. Gegen spezielle Unkräuter in Zier- und Sportrasen
— nicht im Ansaatzjahr —**

Wirkstoffe: Chlorthal		
01658	Dacthal W 75	1,25 g/qm gegen Veronica-Arten

Wirkstoffe: Dichlorprop + Dicamba		
02165	Aglukon Rasenrein Schaumspray	Sprühstoß gegen rosettenbildende Unkräuter

02423 blitol-Unkrautspray für den Rasen

**4. Gegen Moosarten in Zier- und Sportrasen
— nicht im Ansaatzjahr —**

Wirkstoffe: Eisen-II-sulfat		
02211	Geißlers Moosvernichter	50 g/qm
0449	Moostod	
01669	Moosvertilger	
01344	Moos-Vertilger Schola	
02421	Rasen-Moos-Ex-Neu	

Wirkstoffe: Eisen-II-sulfat + Ammoniumsulfat		
01340	Moos-Killer	35 g/qm
0407	Rasen Moos-Ex	50 g/qm

Wirkstoffe: Eisen-II-sulfat + Dünger		
02133	Antimoos Konz	50 g/qm
02097	Euflocta-Moos-Mittel	

01282	Moos-K. O.	
02239	Gabi-Antimoos	100 ml/qm

**5. Gegen zweikeimblättrige Unkräuter und Moosarten in Zier- und Sportrasen
— nicht im Ansaatzjahr —**

Wirkstoffe: Eisen-II-sulfat + 2,4-D + MCPA-Salz + Benzoesäure + Ammoniumsulfat		
0246	Antimoos-U-Kombi	40 g/qm

Zusammenfassung

Die Möglichkeiten für den Einsatz von Rasenherbiziden werden aufgezeigt. Dabei wird die allgemeine Problematik für eine Anwendung sowie auch im Hinblick auf Vorsichtsmaßnahmen erläutert. Eine Liste der zugelassenen Pflanzenschutzmittel gibt einen Überblick über den derzeitigen Stand (März 1975) der Wirkstoffbreite und Anwendungsmöglichkeiten.

Summary

This article depicts the conditions under which turf herbicides can be used with special reference to the general problems in connection with application and precautionary measures. A list of the certified plant protection products shows the present situation (March 1975) as far as range of herbicides and fields of application are concerned.

Über die Einsatzmöglichkeiten von Wachstumshemmern auf Böschungen von Gräben, Fluß- und Seedeichen in Nordwestdeutschland

W. Richter, Oldenburg

Außer den Fluß- und Seedeichen sind in Nord- und Nordwestdeutschland mehr als 10 000 km öffentlicher Gräben zu unterhalten. Allein im Weser-Ems-Gebiet beträgt die Länge der schaupflichtigen Gräben, die offenzuhalten sind und deren Böschungen gepflegt werden müssen, 38 000 km. Ein mittelgroßer Wasserwirtschaftsverband, die Huntewasseracht in Oldenburg, hat, abgesehen von der Sohlenreinigung, auf einer Strecke von 940 km die Grabenböschungen einmal im Jahr zu mähen. Man kann es daher wohl verstehen, daß die zur Unterhaltung Verpflichteten an chemischen Mitteln, die zur Erleichterung und Verbilligung der Arbeiten beitragen können, sehr interessiert sind.

In Nordwestdeutschland ist in den letzten 20 Jahren vornehmlich vom Pflanzenschutzamt der Landwirtschaftskammer Weser-Ems in Oldenburg und der Biologischen Bundesanstalt am Problem der chemischen Grabenentkrautung und der Böschungspflege intensiv gearbeitet worden. Hierbei standen Versuche zur Beseitigung störenden Pflanzenwuchses in Gräben im Vordergrund, weil sie vordringlich wichtig waren, und die Arbeit mit der Sense im Graben besonders schwer und

unbeliebt ist. Über den Umfang, den der Einsatz von Chemikalien bei den zur Unterhaltung verpflichteten Verbänden inzwischen angenommen hat, und wie sie darüber denken, teilt BLASZYK interessante Ergebnisse einer im Frühjahr 1973 veranlaßten Erhebung im Weser-Ems-Gebiet mit.

Die Untersuchungen und Versuche über die hier nur kurz, anderenorts ausführlicher, berichtet werden soll, verfolgten das Ziel, die Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung von Wachstumshemmern auf Böschungen von Gräben und Deichen im Bereich der Landwirtschaftskammer Weser-Ems aufzuzeigen*. Hierbei kamen vornehmlich das Maleinsäurepräparat MH 30 sowie das Chlorflurenolderivat CF 125, meistens mit Zusatz von MH 30, zum Einsatz.

Um unerwünschte Nebenwirkungen bei der chemischen Krautbekämpfung und Wachstumshemmung in und an Gewässern zu vermeiden, sind bestimmte gesetzliche Regelungen und Hinweise zu beachten, auf die hier nicht eingegangen wird. Eine Zusammenstellung bringt die Broschüre „Pflanzenschutz 1974/75“ des Pflanzenschutzamtes in Oldenburg. Erwähnt sei, daß ein Einsatz von MH 30 und CF 125 auf landwirtschaftlich

genutzten Flächen nicht erlaubt ist und das Mähgut gespritzter Flächen nicht verfüttert werden darf. —

Versuche auf Böschungen von Gräben brachten oft sehr gute Ergebnisse, wofür einige Beispiele von verschiedenen Böden genannt seien:

a) Entwässertes Hochmoor: Ende April wurden 1.) MH 30 18 l/ha + MPT-Salz 8 kg/ha und 2.) MH 30 10 l/ha + CF 125 10 l/ha gespritzt. Mitte Juni war die Narbe auf Unbehandelt 93 cm, bei 1.) 40 cm und bei 2.) 32 cm hoch (im Durchschnitt von je 4 Parzellen). Die Wachstumshemmung hielt bis zum Herbst an.

b) Niedermoor: Nach einer Spritzung mit MH 30 16 l/ha + U 46 KV Combi 6 l/ha Ende April betrug die Narbenhöhe bis Anfang September 20 cm, auf Unbehandelt dagegen 60 cm. Im Vergleich zur Kontrolle mit 100% wurden auf dem gespritzten Flächenteil nur 15% Schosser gefunden, die im Durchschnitt 120 cm bzw. 40 cm hoch waren.

c) Übergangsmoor: Nach Ausbringung von CF 125 15 l/ha + MH 30 10 l/ha Ende April wurde die Ausbildung von Blütenstandstrieben fast ganz unterbunden. Sehr deutliche Wachstumshemmung bei Wolligem Honiggras (*Holcus lanatus*) 20–30 cm, Weichem Honiggras (*Holcus mollis*) 20–25 cm, Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) 30–35 cm, Quecke (*Agropyron repens*) 20–25 cm und Knaulgras (*Dactylis glomerata*) 20–40 cm. Unbehandelte Gräser waren zu gleicher Zeit über einen Meter hoch. Bis zum herbstlichen Reinigungsschnitt brauchte nicht gemäht zu werden.

d) Sandboden: Auf einem Rasen mit 50% Rotschwengel (*Festuca rubra*), 20% Rotem Straußgras (*Agrostis tenuis*), 10% Wiesenschwengel (*Festuca pratensis*), 8% Wiesenfeschgras (*Phleum pratense*), 3% Weißem Straußgras (*Agrostis alba*) und 2% Knaulgras (*Dactylis glomerata*) kam Mitte Mai MH 30 18 l/ha + MCPA 3 l/ha zur Anwendung. Danach wuchsen die Gräser bei äußerst spärlicher Schosserbildung bis Anfang September nur noch 3–5 cm.

Sehr gute Ergebnisse brachten auch einige Versuche auf Deichen, wie z. B. aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht. Nach dem Einsatz von 1.) CF 125 10 l/ha + MH 30 10 l/ha und 2.) MH 30 16 l/ha + U 46 KV 6 l/ha wurden auf jeder Parzelle je 3 qm willkürlich herausgegriffen und die Schosser der beiden führenden Arten, Knaulgras (*Dactylis glomerata*) und Rotschwengel (*Festuca rubra*) gezählt und ihre Längen gemessen:

Mittelkombination	<i>Dactylis glomerata</i>			<i>Festuca rubra</i>		
	qm	Anzahl der Schosser	Höhe in cm	qm	Anzahl der Schosser	Höhe in cm
0	1.	181	68 - 132	1.	11	70 - 73
	2.	140			21	
	3.	50			37	
		371		69		
1	1.	5	37 - 46	1.	1	47
	2.	1			0	
	3.	2			2	
		8		3		
2	1.	0	39 - 59	1.	11	70 - 73
	2.	5			4	
	3.	1			0	
		6		15		
		48			23 - 42	

SKIRDE stellte bei seinen Versuchen mit MH 30 15 l/ha fest, daß gespritzte und zunächst stark gehemmte Gräser schnell und kräftig wieder nachwachsen.

Auch wir beobachteten bei unseren Versuchen mit MH 30, MH + Wuchsstoffherbiziden und MH 30 + CF 125 unter günstigen Voraussetzungen oft eine starke Anregung des vegetativen Wachstums, so regelmäßig bei dem weit verbreitetem und auf ärmeren, vor allem auf Sandböden vielerorts bestandsbildenden Rotschwengel (*Festuca rubra*). In einigen Fällen erzeugte er so große Blattmassen, daß die Mahd erschwert wurde.

Sehr gut regeneriert das auf Hochmoorboden oder auf Sand mit einem hohen Anteil torfiger Substanzen oft führende Weiche Honiggras (*Holcus mollis*). Nach einer Spritzung Mitte Mai mit MH 30 + Wuchsstoffherbizid starben die Pflanzen unter starken Bräunungen oberirdisch restlos ab, so daß schon befürchtet wurde, sie würden ganz eingehen. Mitte Juli — im Überflutungsbereich noch etwas früher — begannen sie dann aber wieder durchzutreiben, um im weiteren Verlauf eine so üppige Blattmasse zu entwickeln, daß fast alle anderen Pflanzen darunter erstickten.

Sehr gut wächst auch das auf reicheren Standorten verbreitete Knaulgras (*Dactylis glomerata*) wieder nach. Bei einem Versuch auf einem Deich mit verschiedenen MH 30- und CF 125-Dosierungen, die im April ausgebracht worden waren, konnte es sich, nachdem es im Mai so aussah, als würde es eingehen, sogar gegen den Rotschwengel durchsetzen.

Unter der Voraussetzung günstiger Verhältnisse entstehen daher nach einer Behandlung in kräuterarmen Rasen im allgemeinen nur vorübergehend Narbenlücken. Treffen dagegen widrige Umstände wie zu junge Narben, Armut des Standorts, Dürre und anderes mehr mit der wachstumshemmenden Wirkung der Mittel zusammen, dann können erhebliche Schäden entstehen, selbst wenn durch ein besonders gutes Regenerationsvermögen ausgezeichnete Arten dominieren. So z. B. auf einer unserer Versuchsflächen auf sandreichem Hochmoortorf mit 60–70% Rotschwengel. Die erst zwei Jahre alte Narbe war vor drei Wochen gemäht worden. Gespritzt wurde als sie wieder 10–12 cm hoch war, danach setzte eine lange anhaltende Trockenzeit ein. Es kam zu sehr starken Verfärbungen, und es entstanden sehr große Narbenlücken, die sich auch im Laufe des nächsten Jahres nicht wieder schlossen. An Stelle der eingegangenen Gräser und Kräuter stellten sich massenhaft Moose ein, eine Entwicklung, die auf Grabenböschungen höchst unerwünscht ist. —

Die größten Schwierigkeiten bereitet bis heute, den für die Spritzung günstigsten Zeitpunkt zu bestimmen, denn er vornehmlich entscheidet über Erfolg oder Mißerfolg. Nach der Gebrauchsanweisung der Herstellerfirmen sollen die Untergräser 5–10 cm, die Obergräser 10–15 cm groß geworden sein und zülig wachsen. Mehrere Versuche, bei denen diese Bedingungen erfüllt waren, brachten dennoch unbefriedigende Ergebnisse. Dagegen war in einigen anderen Fällen die Hemmung vorzüglich, obgleich das Graswachstum infolge ungünstiger Witterungsverhältnisse stockte.

Auch die herrschende Ansicht, daß die Mittel nur wirken, wenn sie noch vor dem Übergang der vegetativen zur generativen Entwicklungsphase der Gräser eingesetzt werden, ist offenbar nicht richtig. Besonders interessant war folgender Versuch: Ende April kamen auf der Seeseite eines Deiches MH 30 12 l/ha + U 46 KV 4 l/ha und CF 125 10 l/ha + MH 30 10 l/ha in 800 l/ha Wasser bei 10° C. und dichtem Seenebel zur Anwendung. Weil sich die Untergräser Rotschwengel (*Festuca rubra*) und Gemeine Rispe (*Poa trivialis*) in einem sehr schlechten Zustand befanden, und der Deich an einer besonders gefährdeten Stelle liegt, wurde nur mit vergleichsweise geringen Mittelmengen gearbeitet. Die durchschnittliche Narbenhöhe betrug 20–30 cm, der Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) war bis 35 cm hoch und die Rispe in der Blattscheide bereits vorhanden. Bei dem Knaulgras (*Dactylis glomerata*) mit 35–55 cm, waren bei mehreren Pflanzen die Blütenstände sogar schon zu sehen. Trotz der geringen Aufwandmengen und der ungünstigen Startbedingungen — schlechtes Wetter, weit fortgeschrittene Entwicklung der beiden Obergräser — war der Erfolg bei gutem Narbenschluß sehr gut, wenn auch die Verfärbungen lange anhielten. Die durchschnittliche Narbenhöhe betrug Anfang Juni bei Unbehandelt 50 cm, MH + Wuchsstoff 40 cm und CF + MH 35 cm.

Ausgezeichnet war die Hemmwirkung auf die beiden Obergräser besonders bei dem Knaulgras, wie aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht. Auf je 3 willkürlich herausgegriffenen qm wurden die Schosser gezählt und ihre Höhe gemessen.

	<i>Dactylis glomerata</i>			<i>Arrhenatherum elatius</i>		
	qm	Anzahl der Schosser	Höhe in cm	qm	Anzahl der Schosser	Höhe in cm
Unbehandelt	1.	52	79 - 119	1.	5	105 - 140
	2.	28		25		
	3.	78		12		
		158		42		
MH 30 + U 46 KV	1.	4	42 - 58	1.	8	47 - 66
	2.	7		6		
	3.	4		5		
		15		19		
CF 125 + MH 30	1.	8	42 - 49	1.	4	27 - 32
	2.	4		0		
	3.	1		5		
		13		9		
		34			39 - 49	

Worauf die mehr oder weniger starke Unterdrückung der Ausbildung von Gräserchossern zurückzuführen ist, ist noch nicht genügend geklärt. Nach SKIRDE soll der Hormonhaushalt der verschiedenen Arten und Sorten am Spritztage entscheidend sein. Da sich das Gleichgewicht der Hormone mit dem Entwicklungsstand der Pflanzen verschiebt und außerdem von den ökologischen Bedingungen abhängt, kann derselbe Wirkstoff trotz gleicher Anwendungskonzentration unterschiedliche Wirkungen hervorrufen. ZIEGENBEIN konnte bei ihren Untersuchungen der Vegetationskegel keinerlei Zusammenhang zwischen deren Zustand und der Stärke der Wachstumshemmung feststellen. Nach ihrer Meinung ist die zur Zeit der Ausbringung vorhandene Blattmasse, also die Menge des von den Pflanzen aufgenommenen Mittels, entscheidend. —

Eine sehr große Schwierigkeit, das Wachstum auf alten Böschungsrasen genügend und gleichmäßig zu hemmen, liegt in der außerordentlich großen Artenfülle. So wurden an nur sieben Versuchsorten auf reinem bzw. humosem Sand, sandigem Niederungs- und Hochmoortorf, reinem Hochmoor und Kleiboden ohne Berücksichtigung der Holzgewächse (Brombeeren, Weidenarten usw.) an höheren Pflanzen insgesamt 192 Arten gefunden. Davon: 3 Schachtelhalme, 15 „Grasartige“ (Sauergräser, Binsen und dgl.), 38 Gräser und 136 Kräuter. Diese Artenfülle geht in vielen Fällen auf mangelnde Pflege sowie auf die früher übliche Verwendung artenreicher „Wiesenmischungen“ zurück. Doch können auch zweckmäßig, mit nur wenigen Untergräsern berastete Grabenböschungen durch die heute allgemein zu beobachtende Anreicherung (Eutrophierung) des Wassers mit Pflanzennährstoffen sowie durch eine unbeabsichtigte Düngung durch den Düngerstreuer auf anrainenden landwirtschaftlichen Nutzflächen, stark verunkrauten. Es bedarf keines Beweises, daß es auf artenreichen Böschungen u. U. recht schwierig oder gar unmöglich ist, mit den wenigen derzeit zur Verfügung stehenden Mitteln befriedigende Erfolge zu erzielen.

Aber nicht nur von Ort zu Ort, sondern auch am gleichen Standort und in derselben Pflanzengesellschaft kann der Bestand schon alle paar Schritte erhebliche Unterschiede zeigen. Gespritzte Rasen machen daher nicht selten einen uneinheitlichen „struppigen“ Eindruck, weil gut, schwach oder garnicht gehemmte Arten nebeneinander stehen.

Wie nicht anders zu erwarten, ist der Pflanzenbestand auf den gegenüberliegenden Seiten ein und desselben Grabens oft sehr verschieden und dem entsprechend verschieden ist oft die Hemmwirkung. Doch wurden auch mehrfach bei ähnlichem Pflanzenbestand geradezu gegensätzliche Versuchsergebnisse erhalten, ohne daß sich hierfür eine Erklärung finden ließ.

Auffällig verschieden sind oft die Erfolge auf der Land- und Seeseite der Deiche, was wohl auf die mikroklimatischen Verhältnisse zurückzuführen sein dürfte. So wurde z. B. in einem Mitte April mit MH 30 20 l/ha gespritztem Rasen mit führendem Knaulgras (*Dactylis glomerata*) die Wuchshemmung Ende Juni, Mitte Juli und August auf der nach Süden zeigenden Landseite mit 4, 7 und 9, auf der Seeseite dagegen mit 3, 2 und 1–2 (1 = sehr gute, 9 = keine Wirkung) bonitiert. —

Sehr nachteilig, besonders in dem wechselhaftem Klima Nordwestdeutschlands, ist auch die große Abhängigkeit der Mittel von der Witterung während und mindestens mehrere Stunden nach ihrer Ausbringung. (Die ersten amerikanischen und englischen Prospekte verlangten für eine genügende Wirksamkeit des MH sogar, daß es 36 Stunden nach seiner Ausbringung nicht regnen dürfe.) Der Zusatz eines Netzmittels kann das Risiko zwar vermindern aber nicht beseitigen. So blieb z. B. die Wirkung auf einem ganzen Grabensystem vollständig aus, weil kurze Zeit nach der Spritzung 20 Minuten lang ein heftiger Gewitterregen niederging. —

Wenig oder gar nicht interessieren viele Praktiker die auf eine Behandlung meist folgenden Verfärbungen, obgleich sie gerade deswegen in der Öffentlichkeit oft heftiger Kritik ausgesetzt sind. Zwar sind die Farbänderungen hier und da nur gering, doch können sie, meist noch verstärkt durch ungünstige Standortverhältnisse und Trockenheit sehr intensiv und störend sein, und im Verein mit abgetöteten hochwüchsigen Unkräutern bieten die Böschungen dann für eine mehr oder weniger lange Zeit ein sehr häßliches Bild. Merkwürdigerweise gilt die Regel, daß Trockenheit zu einer verstärkten Anthocyan-

bildung in den gespritzten Pflanzen führt, nicht immer. So wurde 1973 von einem Wasserwirtschaftsverband ein sehr stark verunkrauteter Flußdeich mit MH 30 10 l/ha + CF 125 12,5 l/ha + MPT-Salz 8 kg/ha gespritzt. Die zahlreichen Kräuter, in der Hauptsache Ackerdistel (*Cirsium arvense*), Gemeiner Beifuß (*Artemisia vulgaris*), Große Brennessel (*Urtica dioica*), Rainfarn (*Chrysanthemum vulgare*), deren Bestandsanteil zur Zeit der Spritzung stellenweise bis 70 % ausmachte, gingen bis auf wenige Prozent zurück. Bei lange anhaltender Hemmung der Gräser kam es wider alles Erwarten trotz der hohen Mittelmengen und einer ausgesprochenen Dürrezeit weder zu Narbenschäden noch zu störenden Verfärbungen.

Trotz der vielen Mängel, die den beiden Mitteln MH 30 und CF 125 noch anhaften, und trotz der vielen Risiken, sind die mit ihnen auf den Böschungen der Gräben, Fluß- und See- deiche arbeitenden Verbände, nicht gewillt, auf sie zu verzichten, und bereit, gelegentliche Mißerfolge und Pannen mit in Kauf zu nehmen. —

Auf andere Mittel, die versuchsweise oder von Lohnunternehmern auf Böschungen eingesetzt wurden, soll an dieser Stelle im einzelnen nicht weiter eingegangen werden, zumal sie nach den jetzigen verschärften Bestimmungen hier auch nicht mehr zulässig sind. Erwähnt sei aber folgendes:

Nach älteren Erfahrungen mit Totalherbiziden, je nach Mittel mit $\frac{1}{4}$ – $\frac{1}{3}$ der normalen Konzentration ausgebracht, ließ sich das Wachstum stark hemmen. Bei einmaliger Anwendung war keine Schädigung der Narbe zu erkennen, die Gräser trieben normal wieder aus. Sehr starke Schäden entstanden jedoch in Trockenperioden. Das Verhalten der Grasnarbe nach mehrmaliger Anwendung wurde nicht untersucht. Bei vielen Versuchen mit Paraquat (3–5 l/ha Gramoxone) allein oder in Mischung mit Deiquat (Reglone) frühzeitig, etwa beim Ähren- oder Rispschieben der Gräser eingesetzt, wurde eine schnelle Hemmung erreicht, die jedoch bereits nach wenigen Wochen wieder abflaute. Die Gräser und die Narbe regenerierten schnell und gut. In vielen Fällen kam es jedoch zu einem Vordringen der Großen Brennessel (*Urtica dioica*) und der Ackerdistel (*Cirsium arvense*). Besonders starke Verunkrautungen traten nach dem Einsatz von Dalapon ein. Nach wiederholter Ausbringung litten die Gräser so stark, daß hier und da, vor allem auf Sand- und Moorboden, die Böschungen stellenweise zusammenbrachen. Nach dem Ausbringen aller oben genannten Mittel traten häßliche Verbräunungen und Vergilbungen des Rasens ein und die Böschungen boten einen noch wesentlich unerfreulicheren Anblick als nach dem Einsatz von MH 30 und CF 125. —

Zum Schluß sei noch auf einige Untersuchungen des Gräserbestandes auf Flächen, die mehrmals mit MH 30 + Wuchsstoffen behandelt worden waren, kurz eingegangen. Sie zeigen in Übereinstimmung mit in West- und Süddeutschland gemachten Beobachtungen BOEKERS, daß die offenbar sehr empfindliche Gemeine Risse (*Poa trivialis*) meist ganz verschwindet, und die Obergräser stark zu Gunsten von Rotschwengel (*Festuca rubra*), Wiesenrispe (*Poa pratensis*) und Rotem Straußgras (*Agrostis tenuis*) verdrängt werden, eine vom Praktiker gern gesehene Entwicklung. Die zwei folgenden Bestandsuntersuchungen wurden im Bezirk Oldenburg gemacht:

a) Gräserbestand nach dreimaliger Spritzung mit MH 30 16 l/ha + (MCPA + 2,4-D) 3 l/ha. O = Unbehandelte Nachbarparzelle.

	0 %	beh. %
<i>Festuca rubra</i>	50	80
<i>Agrostis tenuis</i>	5	10
<i>Poa pratensis</i>	1	4
<i>Dactylis glomerata</i>	2	2
<i>Arrhenatherum elatius</i>	10	+
<i>Agropyron repens</i>	5	+
<i>Lolium perenne</i>	5	1

b) Gräserbestand vor Versuchsbeginn (= 0) und nach viermaliger Spritzung mit 1) MH 30 15 l/ha + MCPA 2 l/ha (= 1) und mit MH 30 15 l/ha + 2,4-D 4 l/ha (= 2).

	0 %	1 %	2 %
<i>Festuca rubra</i>	35	55	60
<i>Poa pratensis</i>	10	29	20
<i>Arrhenatherum elatius</i>	8		+
<i>Poa trivialis</i>	10	+	+

Auf beiden Untersuchungsflächen befand sich die Narbe in einem sehr guten Zustand.

* Wir danken der Deutschen Forschungs Gemeinschaft, die unsere Arbeiten teilweise unterstützte.

Zusammenfassung

Bei Versuchen auf Böschungen von Gräben und Deichen in Nordwestdeutschland mit MH 30 allein oder in Mischung mit CF 125 bzw. Wuchsstoffherbiziden wurde in vielen Fällen mindestens eine Mahd eingespart, bei einigen hielt die Wachstumshemmung bis zum herbstlichen Reinigungsschnitt an. Sehr schwierig ist die Bestimmung des günstigsten Zeitpunktes für die Ausbringung der Mittel. Alte Böschungsrasen sind ungewöhnlich artenreich, eine ausreichende Mittelwirkung wird dadurch erschwert. Bei mehrmaliger Behandlung mit MH 30 treten erwünschte Umschichtungen im Gräserbestand ein.

Literatur:

- Blaszyk, P.:** Chemische Krautbekämpfung in und an Entwässerungsgräben aus der Sicht der Landwirtschaft. *Gesunde Pflanzen* 25, 1975, 21–26
- Boeker, P.:** Wirkung und Einsatzmöglichkeit wuchshemmender Mittel. *Z. Pflkrankh. Sonderheft IV.* 1968, 91–96
- Pflanzenschutzamt der Landwirtschaftskammer Weser-Ems, Oldenburg:** Pflanzenschutz 1974/75.
- Skirde, W.:** Reaktion von Gräserarten und -sorten und von Klee auf hemmende wirkende Wachstumsregulatoren. *Z. Acker- u. Pflbau* 119, 1964, 263–382
- Ziegenbein, G.:** Derzeitiger Stand der Kenntnisse über Möglichkeiten der Wachstumshemmung an Grasbeständen. *Rasen-Turf-Gazon* 4, 1971, 97–101

Summary

Experiments conducted with MH 30 alone or in a combination with CF 125 or herbicides on the slopes of ditches or dikes in North-West Germany showed, that quite frequently there was at least one cut less, and in some instances growth was even inhibited until the cleaning cut in autumn. It is very difficult, however, to say which is the most favourable period for applying these substances. Old turfs on slopes usually comprise a great variety of species, with the result that an acceptable effect of the substances is hampered. When frequently treated with MH 30 there is the desired change in the grass population.

Bodenphysikalische Einflußnahme auf Substrat- und Bodeneigenschaften durch Schaum- und Bodenwirkstoffe

H. Prün, Limburgerhof

Von Fertigrasen werden ebenso wie von Saattrasen qualitätsbestimmende Eigenschaften, wie Gesundheit, Wüchsigkeit, Grünfärbung, minimaler Fremdartanteil, große Narbendichte und Reißfestigkeit gefordert. Entscheidende Einflüsse auf diese Eigenschaften werden bereits vom Anzuchtboden ausgeübt. (20, 8)

Der Boden sollte für die Rasenansaat so beschaffen sein, daß sich die Wurzeln der Gräser ein möglichst großes Bodenvolumen nach den Seiten und nach der Tiefe hin erschließen können. Damit eng zusammen hängt die Möglichkeit der optimalen Wasser- und Nährstoffversorgung für die Pflanzen.

Günstig für die intensive Durchwurzelung ist somit eine genügend lockere Lagerung des Bodens, verbunden mit der Möglichkeit, Überschußwasser hinreichend schnell abzuführen. Staunässe und Sauerstoffmangel, die über einen Überschuß an Kohlendioxid im Boden zu Wachstumsschäden führen, müssen vermieden, eine optimale Wasserspeicherung jedoch nicht verhindert werden.

Bei verdichtetem Boden nimmt außerdem während Trockenperioden die Gefahr der Trockenschäden zu; auch der Nährstoffhaushalt wird vielfach durch ungünstige Bodenstruktur als Folge einer ungünstigen Bodenzusammensetzung (Textur) für die Pflanzen negativ beeinflusst. (11)

Eine bestmögliche Wasser- und Nährstoffversorgung sowie günstiger Luftaustausch – konzentriert auf eine flache Krumschicht – begünstigen ein flachgründiges, wenn auch in sich dicht verflochtenes Wurzelnetz, Eigenschaften, die für die Gewinnung von Rollrasen (Fertigrasen) nicht nachteilig sein dürften.

Geeignete Maßnahmen der Bodenlockerung und Bodenstabilisierung einerseits sowie der Wasserableitung u. U. durch Dränsysteme (Rohrdränung, Schlitzdränung z. B. mit Styromull bzw. Hygromull) andererseits sind bekannt. (6, 16, 4, 5, 13)

Bodenverbesserung mit den Schaumstoffen Hygromull und Hygropor 73

Im Rahmen dieser Ausführungen soll auf gezielte Möglichkeiten eingegangen werden, die die bodenphysikalischen Eigenschaften von Böden bzw. Substraten mit Hilfe von Bodenverbesserungsmitteln günstiger beeinflussen sollen. (17)

Es handelt sich um folgende Ausgangssubstrate:

Eigenschaft/Boden	organischer Boden (Kompost)	Sandboden	Lehmboden
Tongehalt in %	5,1	4,5	16,8
CaCO ₃ in %	1	4	13
Organische Substanz in %	16	—	—
Bodendichte g/cm ³	0,75	1,30	1,31
Porenvolumen %	58	40	42
Luftdurchlässigkeit (Maxima bei Porengröße in µ ²)	120	120	180
Wasserkapazität in g Wasser/100 g Boden			
minimale	38	16	23
maximale	50	22	36

Material und Methode

Zur Bodenverbesserung wurden im Vergleich zu den unbehandelten Ausgangssubstraten folgende Stoffe und Beimischungen verwendet: (17)

- 25 Vol.-% Hygromull
- 50 Vol.-% Hygromull
- 50 Vol.-% Hygropor 73 (= 35 Vol.-% Hygromull + 15 Vol.-% Styromull)

®Hygromull ist ein vorwiegend offenporiger organisch-synthetischer Harzschäum, dessen Stoffgrundlage ein Kondensat aus Harnstoff und Formaldehyd ist. Die Wasserkapazität von Hygromull beträgt nach DIN 11542 über 90 Vol.-%, unter Praxisverhältnissen jedoch 50–70 Vol.-%. Das Wasser tritt bei der ersten Befeuchtung nur zögernd in die flockenförmige Substanz ein; nach 5–10 Tagen sind 45 bzw. 55 Vol.-% Wasser aufgenommen. Das Wasser wird nahezu vollständig an die Pflanze wieder abgegeben. Die Wasserabgabe ist infolge geringer Kapillarität des Materials relativ langsam, der Wasserverbrauch daher sparsam und für die Pflanze sehr ökonomisch. – Hygromull ist leicht, läßt sich aber gut mittels Streukasten oder bei Blockware mit Stallungstreuern ausbringen und dabei zerkleinern. Das Einarbeiten von 2–3 m³/a Hygromull in den Boden erfolgt mit langsam drehenden Fräs- oder Krümmerwerkzeugen bei 100 (–200) U/min. – Der Abbau von Hygro-

mull im Boden ist im schwachsauren bis neutralen pH-Bereich auch bei wiederholter mechanischer Bearbeitung und intensiver Nutzung sehr langsam, theoretisch ca. 20 Jahre, im ruhenden Boden – wie z. B. unter Grasnarben – wahrscheinlich noch länger. Eine Ergänzungsgabe empfiehlt sich nach 3–5 Jahren auf Böden, die in gärtnerischer Rotation stehen. Bei Fertiggras-Produktionsstätten wird der Bodensubstanzverlust durch Hygromull-Behandlung herabgesetzt. Wiederholungsbehandlung empfiehlt sich dort – je nach Anbau-Intensität und damit Bodenverlust durch das Schälen des Rollrasens – alle 2–4 Jahre mit ca. 2 m³/a Flockenware. (16, 22, 14, 15, 3, 21, 7)

®Hygropor 73 ist ein organisch-synthetisches Schaumstoffgemisch aus 7 Teilen wasserspeicherndem Hygromull und 3 Teilen wasserabweisendem, lufthaltigem ®Styromull. Styromull ist geschäumtes Polystyrol (®Styropor) in Flockenform der Flockengröße 4–12 mm Durchmesser. Im Boden wirkt Styromull dränend, lüftend und strukturstabilisierend. – Im Hygropor sind die Produkteigenschaften beider Ausgangsmaterialien in vorteilhafter Weise vereinigt. So bewirkt der Styromull-Anteil offenbar eine Abstützung des Hygromull-Anteils, wodurch dieser nicht so stark gepreßt wird und daher ein größeres Volumen beibehält. Dies wirkt sich auf Luftdurchlässigkeit und Wasserkapazität günstig aus, wie nachfolgend noch darzulegen sein wird. (17, 1)

Wirkung der Schaumstoff-Anwendung auf die Bodeneigenschaften

1. Bodendichte (Lagerungsdichte) in g/cm³

Nach Franken ist optimale Bodendichte eine wichtige Voraussetzung für die Durchwurzelung des Substrates. Zu hohe Bodendichte führt zu beeinträchtigtem Wurzel- und Sproßwachstum. Bei gleicher Saatstärke sind Aufgang, Bestockung und Narbendichte in verdichteten Böden im Vergleich zu unverdichteten unterschiedlich. Die ‚kritische Bodendichte‘ steht in engem Zusammenhang mit dem Sauerstoffgehalt der Bodenluft und bedingt den Wurzeltiefgang. Verschiedenen Autoren zufolge kann bei Sand die kritische Bodendichte bereits beim Wert 1,3 g/cm³ eintreten und bis 1,8 schwanken. (11)

Mit Hygromull und Hygropor gelingt es, aus dem kritischen Bereich herauszukommen. Der kritische Bereich für Lehm wird mit 1,60–1,75 g/cm³ angegeben. Er wurde am meisten durch Hygropor 73 beeinflusst.

Behandlung/Boden	Bodendichte in g/cm ³		
	Organisch	Sand	Lehm
ohne (Kontrolle)	0,75	1,30	1,31
25 Vol.-% Hygromull	0,67	1,14	1,16
50 Vol.-% Hygromull	0,52	0,86	0,89
50 Voll.-% Hygropor 73	0,52	1,08	0,83

Bereits mit der niedrigen Hygromull-Zugabe konnten wirksame Ausschläge auf die Bodendichte erzielt werden. Steigende Zufuhr von Hygromull bzw. Hygropor 73 brachte auf den drei untersuchten Böden deutliche Abnahme der Bodendichte.

Zugleich wird mit abnehmender Bodendichte auch das Substratgewicht ermäßigt, was sich arbeitsleichternd beim Transport und den Verlegearbeiten von Fertiggras auswirken dürfte. Die Gewichtsverminderung der von Gräsern durchwurzelten Substrate liegt bei 30 %, beim Lehm sogar bei bis zu 37 %.

2. Porenvolumen

Die Auswirkungen des Porenvolumens auf die Wasser- und Luftkapazität sind unbestritten. Damit wird das Wurzel- und Pflanzenwachstum indirekt beeinflusst. Ein ausreichendes Porenvolumen verhindert auch Staunässe; Voraussetzung ist allerdings Wasserabzug (Dränung, Vorflut).

Die zugesetzten Schaumstoffe mußten logischerweise auch das Porenvolumen beeinflussen. Dabei stellte sich heraus, daß der Hygromull-Anteil das Porenvolumen stärker erhöhte als vergleichbare Mengen von Hygropor 73. Dies hängt offenbar mit dem Anteil des Styromull am Hygropor zusammen, weil Styromull zwar luftgefüllte, aber luftundurchlässige (geschlossene) Poren besitzt.

Behandlung/Boden	Porenvolumen in %		
	Organisch	Sand	Lehm
ohne (Kontrolle)	59	40	42
25 Vol.-% Hygromull	61	46	44
50 Vol.-% Hygromull	67	55	55
50 Vol.-% Hygropor 73	66	47	55

Bei Lehm verbessert Hygropor 73 das Porenvolumen, weil es den Hygromull-Anteil wahrscheinlich funktionsfähiger erhält. Auch wirkt sich bereits der niedrige Zuschlag an Schaumstoffen verbessernd aus. Zu Lehm gehört allerdings auch bei 25 Vol.-% Aufwandmenge Hygropor anstelle des untersuchten Hygromull.

3. Luftdurchlässigkeit (Luftpermeabilität)

Die Luftdurchlässigkeit, gemessen nach Knoch, liefert Hinweise für den Gasaustausch zwischen Bodenluft und Atmosphäre. Sie wird in μ^2 ausgedrückt. Je größer der Porendurchmesser in μ^2 , desto luftdurchlässiger ist der Boden bzw. das Substrat. (11)

Die Schaumstoff-Anwendung brachte folgende Werte:

Behandlung/Boden	Häufigkeit bei Porengröße in μ^2		
	Organisch	Sand	Lehm
ohne (Kontrolle)	120 (5 x)	120	180
25 Voll.-% Hygromull	120 (7 x)	180	300
50 Vol.-% Hygromull	180 (6 x)	180	300, 360
50 Vol.-% Hygropor 73	180 (4 x), 360 (4 x)	180, 300	360, 600

Die Porosität des Boden nach Hygromull- und insbesondere nach Hygropor-Zugaben ist im Vergleich zu den Werten der unbehandelten Ausgangssubstanzen im Sinne einer Substratverbesserung deutlich angehoben.

4. Wasserkapazität

Der Wert einer gesicherten Wasserversorgung für Wachstum, Grünfärbung und Dichtnarbigkeit von Rasen ist sicher unbestritten. So ist eine optimale Wasserkapazität auch eine wesentliche Voraussetzung für Aufgang und Bestockung der Rasenansaat.

Hygromull- und Hygropor 73-Zumischung beeinflusst die Wasserkapazität, wie in der Übersicht zu ersehen ist. Als Kriterien sind die Minimal- und die Maximal-Kapazität für Wasser herangezogen.

Behandlung/Boden	Wasserkapazität in g je 100 g Boden		
	min. / max.	min. / max.	min. / max.
	Organisch	Sand	Lehm
ohne (Kontrolle)	38 / 50	16 / 22	23 / 36
25 Vol.-% Hygromull	42 / 54	19 / 28	28 / 40
50 Vol.-% Hygromull	55 / 69	26 / 51	33 / 54
50 Vol.-% Hygropor 73	50 / 61	23 / 38	36 / 51

Die Wasserkapazität wird bereits durch die niedrige Hygromull-Gabe deutlich angehoben. Gesteigerte Hygromull-Applikation erhöht die Werte sehr stark. Doch ist die Erhöhung der Wasserkapazität nicht so extrem, daß bei Feuchtigkeitzufuhr eine schwammige Konsistenz zu erwarten ist. Es sind Vergleichswerte zu natürlich-organischen Verbesserungsmitteln bekannt, die in diese Richtung tendieren; sie sollen jedoch hier nicht aktiviert werden.

Hygropor steigerte die minimale Wasserkapazität nur noch bei Lehm und angedeutet beim organischen Substrat. Dies verstärkt die bereits ausgesprochene Annahme, daß die Stützsubstanz Styromull, wiewohl sie selbst kein Wasser zu speichern vermag, die Wasserspeicherkraft der Böden und Substrate steigert, weil das im Hygropor enthaltene Hygromull damit funktionsfähiger bleibt.

Auf Sand ist die Stützfunktion des Styromull-Anteils offensichtlich überflüssig; ja, es ist auf diesem ‚leichten‘ Substrat die Hygromull-Anwendung dem Hygropor hinsichtlich der Wasserkapazität klar überlegen. Dies trifft auch in allen Fällen für die maximale Wasserkapazität zu; besonders kraß auf Sand und zum organischen Substrat.

5. Pflanzenverfügbares Bodenwasser

Das pflanzenverfügbare Bodenwasser wird auch als nutzbare Feldkapazität bezeichnet. Sie wird bestimmt aus der Differenz zwischen der Feldkapazität (bei pF 2,54 entsprechend der Saugspannung einer Wassersäule von 300 cm) und dem nicht pflanzenverfügbaren Wasser, das auch als ‚Totwasser‘ bezeichnet wird (bei pF 4,2 entsprechend der Saugspannung einer Wassersäule von 15 000 cm). (11)

Behandlung/Boden	Pflanzenverfügbares Bodenwasser		
	in %		
	Organisch	Sand	Lehm
ohne (Kontrolle)	36	14	21
25 Vol.-% Hygromull	38	16	26
50 Vol.-% Hygromull	51	24	30
50 Vol.-% Hygropor 73	46	22	32

Die Übersicht zeigt auf, daß Hygromull den Anteil an pflanzenverfügbarem Bodenwasser bereits in der niedrigen Aufwand-

menge etwas (organischer Boden unverändert), mit höherer Aufwandmenge stark zu erhöhen vermag.

Hygropor 73 erhöht bei 'leichten' Substraten (Sand und organisch) das pflanzenverfügbare Bodenwasser im Verhältnis zu dem im Hygropor enthaltenen Styromull-Anteil (35 Vol.-%). Auf Lehm ist das pflanzenverfügbare Wasser bei Hygropor 73 am höchsten (Stützfunktion des Styromull-Anteils).

6. Einfluß der Schaumstoff-Zusätze auf den Pflanzenwuchs

Die Summe aller bodenverbessernden Maßnahmen sollen sich in verbessertem Pflanzenwuchs widerspiegeln. Eine Aussage hierüber kann der Ertragszuwachs während der Wachstumszeit liefern. Im vorliegenden Beispiel wurde die Summe von 5 Ertragschnitten zu Lolium perenne als Testpflanze festgehalten; die Werte finden sich in der folgenden Übersicht: (17)

Behandlung/Boden	Ertragsleistung in g/m ² und relativ zur Kontrolle		
	Organisch	Sand	Lehm
ohne (Kontrolle)	731 = 100	535 = 100	468 = 100
25 Vol.-% Hygromull	106	110	138***
50 Vol.-% Hygromull	109	127***	136***
50 Vol.-% Hygropor 73	112*	132***	150***

Statistische Sicherung: Grenzdifferenz

5 % = 22,8 g *, 1 % = 31,4 g **, 0,1 % = 43,0 g ***.

Die Boden- bzw. Substratverbesserung mit Hygromull bzw. Hygropor 73 für eine Gräseransaat erbrachte verbesserten Pflanzenwuchs. Die Ertragsverbesserung ist in überwiegender Zahl der Varianten hochsignifikant gesichert; insbesondere bei Lehm, aber auch bei Sand. Beim organischen Boden ist die Signifikanz schwächer; sie ist jedoch mit GD 5 % für Hygropor 73 gegeben.

7. Einfluß von Hygromull auf den Narbenschluß

Nicht immer gibt eine Ertragsförderung einen endgültigen Aufschluß über die Vollständigkeit und Dichte einer Rasennarbe. Es wurden deshalb Versuche von Eggelsmann herangezogen, die mittels Bodenverbesserungsmitteln die Graswüchsigkeit eines armen Heidepodsoles positiv beeinflussen sollten. Die Auswertung erfolgte in Prozent Deckungsgrad, verglichen mit der unbehandelten Kontrolle (= 100).

Behandlung/Entwicklungs-jahr	Deckungsgrad relativ		
	1 (1969)	2 (1970)	3 (1971)
ohne (Kontrolle)	100	100	100
Hygromull 1 m ³ /a	153	120	102
Vergleichssubstanz 1 m ³ /a	135	104	96

Der Versuch stellt die Wuchsförderung einer Bodenverbesserung mit Hygromull, insbesondere im Ansaatjahr und auch in den Folgejahren, heraus. Sie ist deutlich besser als eine herkömmliche Bodenverbesserung (organisch-natürliche Vergleichssubstanz).

Erst im Laufe der Jahre konnte der Narbenschluß auch der unbehandelten und vergleichsbehandelten Varianten annähernd nachziehen.

Der Zeitfaktor für einen verlege- und damit verkaufsfertigen Fertigrasen ist jedoch sicherlich nicht immer auf 3 Jahre ausdehnbar; zumindest bedeutet lange Anzucht-dauer einen Kapitalverlust, resultierend aus unrentabler Nutzung der Anzuchtfläche und dem erhöhten Pflegeaufwand während der verlängerten Anzuchtzeit.

Folgerichtige Nutzung der Bodenverbesserung, z. B. mit den Schaumstoffen Hygromull bzw. Hygropor 73 wiegt die Kosten der Maßnahme wahrscheinlich voll auf. Die sich bietenden Möglichkeiten müssen nur richtig in die Produktion eingeplant werden.

Boden- und Substratverbesserung mit dem Silikat-Kolloid

Agrosil

Die Forderungen an einen Boden bzw. an ein Substrat bezüglich Wasser- und Nährstoffausnutzung, Salzverträglichkeit, Förderung des Wurzelwachstums und Pflanzenwachstums auch hinsichtlich der nutzbaren Wachstumszeit können entscheidend gefördert werden durch gezielte Anwendung von Silikat-Kolloiden. (9, 2, 6, 18)

Der Bodenwirkstoff AGROSIL®, Düngemittel-Typ VII/2 nach Düngemittelgesetz, wird in 2 Typen geliefert:

Agrosil LR	Agrosil S
für leichte Böden und im sauren bis schwach sauren pH-Bereich, zur Regeneration	für schwere Böden und im alkalischen Bereich

36 % SiO ₂ als Silikat-Sol oder Gel	36 % SiO ₂ (Sol oder Gel)
16 % P ₂ O ₅ als Elektrolyt	10 % P ₂ O ₅
pH 6,7–6,9	6 % Schwefel
	pH 3,0–3,5

Die Wirkung des Silikatkolloids Agrosil kommt hauptsächlich durch die in den Boden eingebrachten Kolloidkörper mit ihren großen Oberflächen zustande. Außerdem besitzen die Silikatgele vom Typ des Agrosil auch innere Poren, d. h. Hohlräume, die vom Bodenkundl. Institut der Universität Göttingen elektronenmikroskopisch nachgewiesen werden konnten.

Die adsorptiv wirksamen Oberflächen der unter Feuchtigkeitseinfluß im Boden ausgebildeten Gele bewirken Wasser- und Nährstoffanlagerung und regulieren somit die Wasser- und Nährstoffaufnahme durch die Pflanze auch während klimatisch und witterungsbedingter ungünstiger Zeiten. D. h. die Pflanzen vermögen Wasser und Nährstoffe energieärmer aufzunehmen, also z. B. bei naß-kalter und auch bei trocken-heißer Witterung. Die nutzbare Wachstumszeit wird dadurch, wie verschiedene Versuchsansteller nachweisen konnten, im Frühjahr nach vorn verlegt und im Herbst vielfach verlängert.

Der Einfluß einer Agrosil-Behandlung auf Wachstum, Begrünung und Narbenschluß und nicht zuletzt auf die Wurzelbildung ist gemessen und im Bild festgehalten worden. (19) Insbesondere führt die beobachtete Wurzelvertiefung unter Agrosil-Einfluß zur Erschließung größerer Wasser- und Nährstoffreserven im Boden. Dabei spielt auch die durch Agrosil geförderte Verfügbarkeit der Phosphate eine große Rolle. (12) Die Anwendung von Agrosil zur Fertigrasen-Produktion und nicht zuletzt zur Vorbereitung des Verlegebodens ist deshalb empfehlenswert. Aufwandmengen je nach Problem: zwischen 100 und 200 g/m².

Literatur-Übersicht

1. BASF/COMPO, Technische Information „Hygropor“ (1973)
2. BASF/COMPO, Technische Information „Agrosil“ (1973)
3. BASF Limburgerhof aktuell, Gartenbau, Seite 15, 1974
4. BASF Werkstoffblatt „Flexible Dränrohre aus Vinoflex“ Sept. 67 Nr. 7001.2.01
5. BASF Werkstoffblatt „Styromull-Schlitzdränung“ Nov. 68 Nr. 7002.2.03
6. Büring, W., „Möglichkeiten der chemischen und physikalischen Bodenverbesserung, Das Gartenamt 23, 5., 278–281, 1974
7. Buchner A., J. Jung, P. Weißer, H. Will Anwendung und Wirkung des Bodenverbesserungsmittels Hygromull, Landw. Forschung, Bd. 22, H. 2, 94–99, 1969
8. DIN 18 915 – 1 Landschaftsbau – Bodenarbeiten für vegetationstechnische Zwecke
9. Das Düngemittelrecht, Seite 140, Hiltrup 1972
10. Eggelsmann, R., Versuche mit Torf- und Hygromull bei der Begrünung steriler Sandböden, Mitt. Dt. Bodenkundl. Gesellschaft 15, 171–180 (1972)
11. Franken, H., Bodenphysikalische und bodenmechanische Anforderungen für eine Neuansaat, Das Gartenamt, 23, 5., 272–277
12. Gebhardt, H., Physikalische und chemische Wirkung von Bodenverbesserungsmitteln auf Kieselsäurebasis (Agrosil) Mitt. Dt. Bodenkundl. Gesellschaft 15, 225–245 (1972)
13. Kowald, R., Versuche der Entwicklung eines neuartigen Filterverfahrens, Habilitationsschrift, Gießen, 122–131, 1968
14. Maier, S., Über das physikalische Verhalten von Hygromull, Landw. Forschung, Sonderheft 25/1., 14–20 (1969)
15. Prün, H., Hygromull zu Gemüsekulturen unter Glas, Z. Gemüse, H. 5 (1970)
16. Prün, H., Bodenverbesserung mit Hygromull, XI. BDGA-Seminar, Lebender Baustoff Pflanze, Callwey, München, 1971
17. Rasp, H., Der Einfluß von Bodenverbesserungsmitteln auf Struktur und Ertragswirkung von gärtnerischen Böden und Substraten, Z. f. Pflanzenernährung und Bodenkunde, 133. Bd., H. 1 + 2, 111–123, 1972
18. Skirde, W., Die Entwicklung von Begrünungsansaaten auf extremen Standorten, Rasen, Turf, Gazon 1/71
19. Skirde, W., Bewurzelung der Rasendecke mit Beispielen für Abhängigkeit und Beeinflussung, Rasen, Turf, Gazon 4/1971, 112–115
20. Skirde, W., Einführung in DIN 18 917 „Landschaftsbau – Rasen“, Das Gartenamt, 23., 5., 265–271, 1974
21. Ullrich, K. H., H. Will und G. Pompejus, Die Verflokkung von Hygromull-Blockware, BASF-Mitteilungen für den Landbau, Aug. 1971
22. Werminghausen, B., Hygromull, Die deutsche Gartenbauwirtschaft, 15. J., H. 6, 124–129, 1967

Zusammenfassung
Summary

Seite 46
page 46

Einfluß von Auftausalzen auf Boden, Wasser und Vegetation

II. Beeinflussung von Wasser

H. G. Brod und H. U. Preuße, Gießen

1. Einleitung

Im ersten Teil dieser Arbeit wurde auf die Wirkung von Auftausalzen auf den Boden näher eingegangen und auf mögliche Schädigungen hingewiesen. Mit dem Boden zusammenhängend und von ihm abhängig muß das Wasser gesehen werden, das einen nicht zu unterschätzenden Einfluß auf das Leben von Mensch, Tier und Pflanze ausübt.

Im Gegensatz zu Natrium, das im Boden von maßgeblicher Bedeutung ist, spielt das Chlorid im Wasser die wichtigere Rolle und kann als Maßstab für die Verunreinigung und damit abnehmender Verwendbarkeit angesehen werden.

2. Einfluß des Natriumchlorids auf das Wasser

2.1. Chloridgehalte verschiedener Wassertypen

Der Chloridgehalt verschiedener Wassertypen ist einer großen Schwankungsbreite unterworfen. Nach HÖLL (1970) enthält normales Grundwasser 10–30 mg Cl/l. Der Gehalt kann bei Gewässern aus Urgesteinsgebieten auf 3–5 mg Cl/l zurückgehen, dagegen in Küstennähe auf mehrere 100 mg Cl/l ansteigen (Brackwasser). Chloridgehalte verschiedener Wassertypen nach KLEIN (1959):

Wassertyp	Chloridgehalt in ppm
Regenwasser	2
Oberflächenabfließwasser	12
Nicht verunreinigtes Flußwasser	15
Quellwasser	25
Tiefbrunnenwasser	50
Trinkwasser	10–20 (variabel)
schwaches Abwasser	70
mittleres Abwasser	100
stark verschmutztes Abwasser	500
Urin	4500–5000
Meerwasser	20000

Bei den obenangeführten Werten handelt es sich natürlich um Mittelwerte und die örtlichen Verhältnisse können davon teilweise stark abweichen. Die Tabelle kann daher auch nur einen Überblick und einen Anhaltspunkt zur Klassifizierung unterschiedlicher Gewässer geben.

Bodenphysikalische Einflußnahme auf Substrat- und Bodeneigenschaften durch Schaum- und Bodenwirkstoffe

Zusammenfassung:

Versuchsergebnisse und Praxiserfahrungen mit Schaum- und Bodenwirkstoffen zeigen, daß eine bedeutende und zugleich gezielte Verbesserung bodenphysikalischer Substrat- und Bodeneigenschaften möglich ist.

Die Einflußnahme auf die Bodeneigenschaften mittels der Schaumstoffe Hygromull bzw. Hygropor 73 und des Silikatkolloids (Bodenwirkstoff nach Düngemittelgesetz) Agrosil bewirken eine bessere Pflanzenentwicklung in kürzerer Zeit. Außerdem sind arbeitswirtschaftliche Vorteile damit verbunden.

Hieraus ergeben sich wirtschaftlich nutzbare Möglichkeiten für eine rationelle und qualitätsmäßige Pflanzenproduktion sowohl in Richtung Saat- als auch Fertigrasen (Rollrasen).

(Vortrag auf dem 22. Rasenseminar der Deutschen Rasengesellschaft in Straubing am 9. 9. 1974)

Summary

Physical substrate of the soil and soil properties can be considerably improved through the application of foam and active soil substances, as experimental findings and practical application indicated.

The foam substances Hygromull and Hygropor 73 and the silicate colloid Agrosil (soil substance according to the Fertilizer Act) influence the soil properties, the development of the plants and facilitate work from a labour management point of view.

These substances may consequently well be used in rational and high-quality plant production as far as sown turfs and manufactured turfs (rolling turfs) are concerned.

Hoher Chloridgehalt kann einmal geologisch-mineralogische Ursachen haben, die vor allem in der Nähe von Salzlagerstätten der Grund für diese Verunreinigungen sein können. Vom Meer her werden durch Stürme und auch bei jedem Regen dem Boden beträchtliche Cl-Mengen zugeführt, die eine klare Abhängigkeit von der Entfernung erkennen lassen. Anthropogene Ursachen für einen Chloridanstieg spielen in den letzten Jahrzehnten eine immer größer werdende Rolle. In seinen Untersuchungen ermittelte GARBNER (1967) die höchsten Cl-Werte in Deutschland mit 42 mg/l in einem Industriegebiet bei Köln und nicht in Küstennähe.

In besonderem Maße werden unsere Flüsse durch die Abwässer der Kaliindustrie mit Chloriden verunreinigt. So betrug die Chloridfracht des Rheines bei Emmerich/Lobith im Jahre 1965 durchschnittlich 337 kg/s bei einem mittleren Abfluß von 3188 m³/s (LÜSSEM 1970). Bei der Aufschlüsselung der verschiedenen Herkünfte der Abwässer zeigte sich, daß 42,3% aus dem französischen Kalibergbau am Oberrhein und 14,9% der Gesamtchloridfracht von der am Oberlauf der Mosel gelegenen Sodaindustrie stammte. Ähnlich starke Verunreinigungen verursachen die Kalibergwerke der DDR an der Werra, die fast ihre gesamten Endlaugen über Vorfluter in die Werra ableiten und so schon mehrmals zu einem starken Fischsterben in der Weser maßgeblich beigetragen haben (MÜLLER 1967, ZIEMANN 1967, HOFFMANN 1972).

Weiterhin tragen die menschlichen Fäkalien zu einer Chloridanreicherung der Gewässer bei, da pro Person und Tag ca. 6 g Chlorid ausgeschieden wird, was zu einer zusätzlichen Belastung der gesamten Abwässer von ungefähr 15 mg Cl/l führt (SCHRAUFNAGEL 1967).

2.2. Auftausalze und Chloridanreicherung im Wasser

2.2.1. Wirkung auf Oberflächengewässer

2.2.1.1. Direkter Straßenabfluß

Schon während des Jahres 1956 wurden einige Untersuchungsstationen in Wisconsin, USA, eingerichtet, um den Abfluß der Chloride von den mit Salz behandelten Straßen zu messen. SCHRAUFNAGEL (1967) berichtet über einen Chloridgehalt von Straßenabflüssen in dem Chippewa Falls-Gebiet, Wisconsin, von bis zu 10 250 mg/l. Der Gehalt in den Oberflächengewässern betrug aber maximal nur 45,5 mg Cl/l, was sich wahrscheinlich auf den Verdünnungseffekt zurückführen läßt. Die Straßenabflüsse von mit Salz gestreuten Straßen im Madison-Gebiet, Wis., enthielten einen maximalen Chloridgehalt von 3275 mg/l, der aber mit einem geringen Wasserabfluß verbunden war. HUTCHINSON (1966) bestimmte Natrium- und Chloridgehalte von Wasserproben in Maine. Er nahm täglich, über eine 60 Tage-Periode im März und April, Proben aus einem Abflußkanal, der das Oberflächenwasser von ungefähr einer Meile (1,6 km) einer Fernstraße aufnahm. Die Chloridwerte schwankten zwischen 38,1 und 844,9 ppm (Mittelwert 570,2 ppm). Die Na-Konzentrationen lagen zwischen 70,4 und 264,9 ppm und hatten ein Mittel von 168,2 ppm.

Chloriduntersuchungen von Dränrohrabflüssen in Massachusetts ergaben knapp 250 ppm (PETERSON 1965). Ähnliche Untersuchungen wurden in den letzten Jahren auch in der Bundesrepublik Deutschland durchgeführt. TIEMANN (1972) untersuchte die Abflüsse der BAB Hamburg-Kassel im Jahre 1970. Seine höchsten Werte ermittelte er am 11. 2. 70 mit 5600 mg Na/l und 8988 mg Cl/l im Dränrohrabfluß des Mittelstreifens. Beim Böschungabfluß lagen die Werte mit 2116 mg Na/l und 3262 mg Cl/l am 20. 2. 1970 am höchsten. Im Laufe des Frühjahrs fielen die Werte dann bis unter 10 mg/l ab.

GOLWER et al. (1973) untersuchten das Sickerwasser am Kreisels Unterschweinstiege in der Nähe des Frankfurter Flughafens. Die Werte variierten ziemlich stark in den einzelnen Dränrohren. Die höchsten Konzentrationen der Chloride wurden erst ca. 10 Tage nach einem Streusalzeinsatz gemessen und betrugen im Maximum 2255 mg Cl/l. Es bleibt hinzuzufügen, daß bei der Konzentration der Abflüsse die Abflussumenge eine bedeutende Rolle spielt und daher bei den Spit-

zenwerten meist nur eine sehr geringe Wassermenge anfiel. Von GOLWER (1973) wurden 1973 im selben Gebiet nochmals Proben entnommen, wobei die Chloridwerte am 14. 2. 73 auf 1787 mg/l anstiegen.

2.2.1.2. Flüsse und Seen

HUTCHINSON (1966) analysierte die Na- und Cl-Gehalte in den Hauptflüssen von Maine, USA. Die höchsten Anstiege wurden im südlichen Teil des Staates verzeichnet, der auch am dichtesten bevölkert ist. Die Na-Gehalte neigten dazu, im Juli ihren höchsten Stand zu erreichen, gleichzeitig mit den niedrigsten Wasserständen. Die Chloridkonzentrationen folgten demselben Verlauf, waren aber in den meisten Fällen niedriger. In zwei städtischen Abflüsseleitungen wurde über einen Zeitraum von 60 Tagen (März, April) eine mittlere Chloridkonzentration von 84,6 ppm und eine mittlere Natriumkonzentration von 28,8 ppm bestimmt. Da es in diesem Gebiet nur eine geringe industrielle Verschmutzung gibt, schließt HUTCHINSON (1968) auf eine bedeutende Verunreinigung der Vorfluter durch Auftausalze. Weitere Untersuchungen im folgenden Jahr ergaben ähnliche Ergebnisse, die aber noch keine Gefährdung der Menschen und Tiere darstellen, da der Verdünnungseffekt noch gegeben ist (HUTCHINSON 1970).

SCHRAUFNAGEL (1967) berichtet über Untersuchungen an Oberflächengewässern in Wisconsin, wo mit einer Ausnahme die Chloridkonzentration in einem Fluß seit 1959 unterhalb von 50 mg/l blieb. Im Januar 1965 kam es dann zu einem Anstieg auf 255 mg Cl/l, wahrscheinlich durch abfließende Streusalzlösungen bedingt. Bei der Auswertung des Datenmaterials über den Chloridgehalt mehrerer großer Flüsse in den USA für den Zeitraum 1958/63 stellten HANES et al. (1970) die höchsten Chloridfrachten bei fast allen Flüssen in den Monaten Februar bis Mai fest. Dies wurde durch die hohe Abflußmenge und nicht durch die Konzentration erreicht. Mit Ausnahme des Ohio blieben die Cl-Konzentrationen im Laufe des Jahres ziemlich konstant. Außer bei diesem Fluß lagen die Chloridkonzentrationen unter 35 mg/l. Aus dem Material ging weiterhin hervor, daß im Hudson und Delaware die Chloridkonzentrationen bedenklich stiegen und eine potentielle Gefahr für die Zukunft darstellen können. Ansonsten wird die Gefahr, die sich aus den Streusalzen entwickeln könnte, als ziemlich gering angesehen, da der Verdünnungsfaktor noch relativ hoch liegt.

Abschließend zur Betrachtung der Chloridverunreinigung der fließenden Oberflächengewässer sollen noch die Untersuchungen von WALKER et al. (1973) erwähnt werden. Während der ersten Haupttauperiode im Frühjahr wird im allgemeinen ein abrupter Anstieg der Salzkonzentration in einem Fluß beobachtet. Anschließend treten bis in den Frühsommer hinein starke Schwankungen der Chloridkonzentration auf, bedingt durch die Niederschläge und der dadurch erfolgten Konzentrationsreduzierung, die erst im späten Herbst und frühen Winter zu einem relativ konstanten Pegel in der Salzkonzentration führen. Als Beispiel nehmen die Autoren den Illinois River bei Peoria, der zwischen Januar und März sein Maximum und im August sein jährliches Minimum in der Chloridkonzentration erreicht. Ein Vergleich mit dem jährlichen Streusalzverbrauch ergab Parallelen zu der mittleren Salzkonzentration im Fluß und es kann deshalb auf eine gewisse Proportionalität zwischen Streusalzverbrauch und Chloridgehalt geschlossen werden.

Auch bei den Seen läßt sich ein Einfluß der Streusalze auf den Chloridgehalt feststellen. In Wisconsin wurde in der überwiegenden Zahl der Seen ein Anstieg seit 1940 verzeichnet, der sich aber noch nicht nachteilig auf das Wasserleben ausgewirkt hat (SCHRAUFNAGEL 1967). Genauere Untersuchungen am Wingra Lake erbrachten 1959 noch normale und im ganzen See einheitliche Chloridgehalte (9–11 mg/l). 1965 stieg die Cl-Konzentration auf über 40 mg/l an, was einen achtfachen Anstieg seit der Untersuchungsperiode 1940/47 bedeutet. OWNBEY et al. (1967) berichten über den Chloridanstieg im Eriesee, der sich in den letzten 50 Jahren verdreifachte und 1964 23 ppm erreicht hatte. Davon soll aber nur ca. 11 % aus der Streusalzanwendung resultieren, während der weitaus überwiegende Teil durch Industrieabwässer verursacht wird. BUBECK et al. (1971) fanden einen Zusammenhang zwischen Streusalzverbrauch und Chloridanstieg in der Irondequoit Bay,

in der Nähe von Rochester im Staate New York (vergl. Abb. 1). Von 1910 bis 1970 stieg der Chloridgehalt um das Zehnfache, wobei der stärkste Anstieg seit 1950 erfolgte. Im Winter 1969/70 kam es zu einer erheblichen Salzzakkumulation im See, wofür primär die Anwendung hoher Streusalzmengen, bedingt durch starke Schneefälle, verantwortlich gemacht wurden. Hinzu kommt, daß das Wasservolumen der Bucht relativ gering ist (0,046 km³) und infolge eines kleinen seichten Kanales der Ausfluß der Bucht in den Ontariosee erschwert wird und deshalb nur ein kleiner Austausch zwischen tieferen Wasserschichten und der Seeoberfläche möglich ist. Die Bucht fungiert infolgedessen als eine Art Senkgrube für die verschiedensten Stoffe.

Als Herkunft der Salze wurde ein Fluß ermittelt (Irondequoit Creek), der im Winter bis zu 360 mg Cl/l enthielt. Weiterhin wurden noch 10 andere Zuflüsse untersucht und Gehalte zwischen 700 und 4000 mg Cl/l gefunden. Der Durchschnittsgehalt aller Zuflüsse betrug 320 mg Cl/l. Die Salzzakkumulation in der Bucht, vor allem am Grund, reichte aus, um im Frühjahr eine ausreichende Durchmischung zu verhindern, bzw. anaerobe Bedingungen am Grund vorherrschen zu lassen. Ein Vergleich mit Untersuchungen aus dem Jahre 1939 ergab eine Verzögerung der Stratifikation um etwa einen Monat, und zwar von Oktober auf November. Anscheinend haben die in die Bucht gelangenden salzhaltigen Gewässer einen bedeutenden Wechsel der physikalischen Charakteristika verursacht. Weitere Untersuchungen von DIMENT et al. (1973) ergaben noch höhere Konzentrationen in den Zuflüssen der Bucht und die Autoren sprechen daher die Befürchtung aus, daß bei einem weiteren Ansteigen des Salzverbrauches in der Zukunft das biologische Gleichgewicht der Bucht noch stärker negativ verändert wird und katastrophale Folgen für Mensch und Tier möglich sind.

2.2.2. Wirkung auf Grundwasser

2.2.2.1. Brunnen

In den USA ist die Wasserversorgung aus Hausbrunnen auf dem Lande weitverbreitet. Diese Brunnen haben nur eine geringe Tiefe und liegen oft nicht weit von der Straße entfernt. Aus Michigan, USA, berichtete DEUTSCH (1963) von Chloridverunreinigungen flacher Brunnen in Fahrbahnnähe infolge der Anwendung von Auftausalzen sowie von Salzlagerstapel im Freien. Als Beispiel wird ein Hausbrunnen angeführt, der ca. 9 m tief ist und etwa 90 m von einem Salzhaufen entfernt lag. Die maximale Chloridkonzentration des Brunnenwassers betrug 4400 ppm. Nachforschungen ergaben, daß das gelöste Salz in ein defektes Kanalisationsrohr floß und von dort in den Brunnen sickerte. In Wisconsin variierten die Cl-Konzentrationen von 5 Brunnen im Jahre 1960 zwischen 18,5 und 1345 mg/l (SCHRAUFNAGEL 1967).

Durch ähnlich hohe Chloridverunreinigungen einiger Flachbrunnen in New Hampshire wurde das Fernstraßenamt veranlaßt, neue Wasserversorgungsanlagen zu errichten. Der normale Chloridgehalt des Grundwassers von New Hampshire liegt bei weniger als 10 mg/l, währenddessen einige Brunnen in Straßennähe Werte von bis zu 3800 mg Cl/l aufwiesen (DOWST ET al. 1967) und somit Bohrungen neuer Brunnen erforderlich machten.

HUTCHINSON et al. (1967) sammelten Proben von 20 Brunnen in Maine und bestimmten ihre Chloridkonzentrationen, die bei Straßennähe Werte von über 100 ppm aufwiesen und als Höchstwert 461 ppm erreichten. Bei einer späteren Untersuchungsreihe zeigten von 20 zufällig ausgewählten privaten Brunnen 10 Chloridwerte von über 250 ppm, die besonders im Frühjahr erreicht und überschritten wurden. HUTCHINSON (1970) konnte eine gewisse Korrelation zwischen Salzkonzentration des Brunnenwassers und Entfernung der Brunnen zur Fernstraße aufzeigen.

HULING et al. (1972) berichten über den Chloridanstieg im östlichen Teil von Massachusetts, der auf die Anwendung von Auftausalzen zurückgeführt werden konnte. Die privaten Brunnen in einigen Städten zeigten einen ansteigenden Chloridgehalt und erreichten 1970 Werte von über 100 mg/l, in einem Fall sogar 200 mg Cl/l.

In Deutschland sind noch keine Verunreinigungen von Brunnen festgestellt worden. Daß es aber auch bei uns zu dieser Verunreinigung kommen kann, zeigt ein ähnlich gelagerter

Fall aus der DDR. HEIER (1966) beschreibt Brunnenverseuchungen durch Magnesiumchloridlauge ($MgCl_2$), die zur Verhinderung des Zusammenfrierens von Erzen in Eisenbahnwaggons benutzt wurde. Das Auslaufen dieser Lauge aus einem Behälter führte zur Verunreinigung von etwa 20 Trinkwasserbrunnen in einem Ort im Harz. Dabei stiegen in dem verunreinigten Wasser die Chloridgehalte auf bis zu 5700 mg/l und die Gesamthärten auf über 600 °dH, was die Sperrung der Brunnen für Trink- und Waschw Zwecke zur Folge hatte.

2.2.2.2. Zentrale Trinkwasserversorgungsanlagen

Bei der Durchsicht der Literatur ergab sich, daß die zentrale Wasserversorgung nur in Einzelfällen durch die Verwendung von Auftausalzen beeinflusst wird. Dies läßt sich einmal durch das Vorhandensein von Tiefbrunnen sowie durch andere besondere Vorsichtsmaßnahmen erklären.

Nach der Eröffnung einer Autobahnstrecke in der Nähe von Springfield, Massachusetts, zeigte sich im Jahre 1958 ein rapider Anstieg der Chloridkonzentration in der städtischen Trinkwasserversorgungsanlage. Während die Chloridkonzentrationen 1957 noch bei 2,1 ppm lagen, erhöhten sie sich bis 1966 auf durchschnittlich 12,4 ppm. Im selben Zeitraum stieg die elektrische Leitfähigkeit von 42 auf 66 mikromhos/cm an und machte dadurch das Wasser für bestimmte industrielle Zwecke unbrauchbar (HANES et al. 1970).

Über die Verunreinigung von Trinkwasser durch Auftausalz sind auch einige Fälle aus der Bundesrepublik bekannt geworden. Es bestehen aber noch einige Zweifel über die genauen Ursachen der Chloridanstiege. In einem bisher unveröffentlichten Bericht (BOCK 1974) werden einige Beispiele genannt, die im Landkreis Hersfeld-Rotenburg liegen. Es handelt sich dabei meist um flachgefaßte Quellen im Buntsandstein, die teilweise nur wenige Meter von der BAB Frankfurt-Kassel entfernt liegen und schon vor deren Bau errichtet wurden.

Im folgenden soll näher auf die Verhältnisse im Bereich der alten Trinkwasserversorgungsanlage des Ortsteils Reckerode der Gemeinde Kirchheim eingegangen werden. Die Wasserversorgung der ca. 220 Einwohner großen Ortschaft beruhte bis Mitte 1973 ausschließlich auf den zwei Quelfassungen am Osthang der „Krämerskuppe“, 150 m östlich der Autobahn. Der Chloridgehalt der zuerst gefaßten Quelle lag 1955 bei 23 mg/l. Im Frühjahr 1960 wurde zum erstenmal ein mäßig stark erhöhter Chloridgehalt festgestellt, der in den folgenden Jahren ständig anstieg und schließlich im September 1970 seinen maximalen Wert von 531 mg Cl/l erreichte (GESUNDHEITSAMT BAD HERSFELD 1974).

Im Frühjahr 1971 wurden Wasserproben aus einem Leitungshahn im „Bauernhaus Schmidt“ entnommen und durch das Laboratorium Fresenius (Wiesbaden) untersucht und ein Chloridgehalt von 355,5 mg/l ermittelt (STERN MAGAZIN 1971). Die Streusalzanwendung auf dem Autobahnteilstück Kirchheim-Aua, insbesondere am Reckeröder Berg, erfolgt seit 1959 und betrug im Winter 1970/71 im Abschnitt Reckerode auf 1,5 km ca. 60 t (AUTOBAHNAMT FRANKFURT 1974).

2.3. Chloridanreicherung im Grundwasser und ihre Gefahr für die menschliche Gesundheit

In den USA wurden schon Anfang der sechziger Jahre Untersuchungen angestellt, die sich mit der Gewässerbelastung durch Auftausalze beschäftigten. In ihnen konnte nachgewiesen werden, daß ein nicht unbedenklicher Einfluß, wenn nicht gar Gefahr für einige Gewässer und sogar zentrale Trinkwasserversorgungsanlagen besteht, vor allem da noch andere Verunreinigungsquellen vorhanden sind. Die deutschsprachige Literatur, soweit diese zur Verfügung stand, enthält bisher keine Mitteilungen über schwerwiegende Veränderungen des Grundwassers durch die Verwendung von Auftausalzen. Es gibt aber Vermutungen, daß es auch schon zu erheblichen Chloridanstiegen im Grund- und Oberflächenwasser gekommen ist, ohne daß hierfür jedoch exakte Messungen vorliegen. Die Verunreinigung des Grundwassers hängt von mehreren Faktoren ab. Maßgeblich daran beteiligt sind die Niederschlagsmengen und die Beschaffenheit der Schichten über der Grundwasser Oberfläche (Deckschichten und ihre Korngrößenzusammensetzung, T- und S-Werte, der Humusgehalt und der pH-Wert des Bodens) sowie die Salzmengen. Die Salze gehen nach unterschiedlichen Zeitphasen in den wäßrigen Zustand über und gelangen infolge Versickerung in den Untergrund. Nach theoretischen Vorstellungen besitzt der Boden bezüglich

Chloriden wenig oder gar keine Adsorptionswirkung. Untersuchungen haben aber ergeben, daß es über das ganze Jahr zu einer Nachlieferung von Chloriden in das Grundwasser kommt sowie eine gewisse Beziehung der Verlagerung zu den Niederschlägen besteht. Eine genaue Klärung der Ursachen für diese Vorgänge steht noch aus. Außerdem wird davon ausgegangen, daß sich die Grundwasserneubildung über Jahre oder sogar Jahrzehnte vollzieht und sich die Erhöhung des Chloridgehaltes deshalb erst nach einer entsprechend langen Zeit in einer Quelle bemerkbar machen kann.

In einem schon an anderer Stelle erwähnten Bericht der LAWA (BOCK 1974) wird folgende Berechnung bezüglich des Auftausalzeinflusses auf das Grundwasser angestellt:

Die öffentliche Hand verbrauchte in den Wintern von 1965/66 bis 1969/70 ca. 4,436 Mio. t Auftausalz, d. h. pro Jahr ca. 0,887 Mio. t. Bei der Hinzufügung des privaten Verbrauchs von rund 50 % ergibt sich ein mittlerer Jahresverbrauch von 1,33 Mio. t. Die Fläche der BRD beträgt 248 577 km². In dem oben angegebenen Zeitraum von 5 Jahren wurde eine Menge von ca. 5,35 t/Jahr/km² gestreut. Bei einer jährlichen Grundwasserspense von ca. 378 mm = 378 000 m³/km² bedeutet dies nach der Wassergleichung der BRD einen Eintrag von rund 14 mg NaCl/l bzw. 8,5 mg Cl/l ins Grundwasser. Wird der Oberflächenabfluß der Straßen in Fließgewässer eingeleitet, die mit dem Grundwasser in Verbindung stehen, so ergeben sich aber noch höhere Chloridanreicherungen im Grundwasser.

Abschließend wäre bezüglich des Chloridgehaltes von Grundwasser noch etwas zu den natürlichen Grundwerten zu sagen. GOLWER (1973) stellte einen Vergleich zwischen Chloridgehalten vor 1900 und heute an und konnte einen beträchtlichen Anstieg verzeichnen. In den Jahren 1889 bis 1896 lag der Cl-Gehalt des Grundwassers im Frankfurter Stadtwald bei 6 bis 7 mg/l. Daraus resultiert eine natürliche Belastung von 5 bis 10 mg Cl/l. Die Chloride stammen wahrscheinlich aus den Niederschlägen, da geologisch keine Chloride vorhanden sind. In den letzten 80 Jahren kam es im Frankfurter Stadtwald zu einem flächenhaften Chloridanstieg auf 10 bis 30 mg/l. Man bezeichnet diese Belastung des Grundwassers, die sich aus einer Vielzahl von Ursachen zusammensetzt, als anthropogene Grundlast. Diese Grundlast muß bei den Untersuchungen beachtet werden, denn sie spielt eine große Rolle bei einer möglichen Zusatzbelastung, z. B. in Einzugsgebieten von Wassergewinnungsanlagen.

Aus einigen zusammenfassenden Berichten geht hervor, daß die bis jetzt gewonnenen Ergebnisse relativ niedrige Chloridkonzentrationen in zentralen Trinkwasserversorgungsanlagen verzeichnen, die weit unter den Grenzwerten liegen, die nachteilige Folgen auf die menschliche Gesundheit haben können (HANES et al. 1970). Nach DIN 2000 soll der Chloridgehalt des Trinkwassers nicht über 250 mg/l betragen. In den übrigen europäischen Staaten und den USA gelten ähnliche Bestimmungen (MEINCK 1971). Ein ständig erhöhter Chloridgehalt (ca. 1000 mg/l) kann nach HÖLL (1970) bei längerem Genuß Nierenerkrankungen hervorrufen. Außerdem dürfen Menschen mit Herz- und Nierenerkrankungen sowie Kleinkinder nur chloridarmes Trinkwasser zu sich nehmen.

2.4. Vergleichende Betrachtungen zu Untersuchungsmethoden und -ergebnissen

Bei der Betrachtung der mit Auftausalzen verunreinigten Böden werden in der verarbeiteten Literatur oft Vergleiche mit versalzten Böden in ariden Gegenden der Erde gezogen. Es stellt sich die Frage, inwieweit es erlaubt bzw. wissenschaftlich vertretbar ist, zur Untersuchung und Klassifizierung der Böden dieselben Methoden und Maßstäbe zu verwenden, da die physikalischen, chemischen und biologischen Bodenverhältnisse in humiden und ariden Gebieten völlig verschieden sind. Die Diskrepanz müßte besonders zu den Böden am Straßenrand hoch sein. Anthropogene Einflüsse haben dort zu einer Umgestaltung bzw. Neuordnung des Reliefs geführt. Beziehungen zu natürlich gewachsenen Böden lassen sich bei diesen Gegebenheiten nur sehr schwer herstellen. Dies macht die Betrachtungsweise relativ schwierig, da außerdem noch sehr unterschiedliche Standortbedingungen eine Rolle spielen können.

In Bezugnahme auf die vielfältigen und zahlreichen Untersuchungen von HUTCHINSON scheint die Entwicklung zu einem Natriumboden in unseren Breiten eine Ausnahme zu bilden.

Nur bei einem Boden von 27 Standorten erreichte der Anteil des austauschbaren Natriums einen Wert von über 15%. Welche Schlußfolgerungen lassen sich daraus ziehen?

Als Kriterium für die Qualität von Bewässerungswasser wird in ariden Gebieten u. a. das Natrium-Adsorptions-Verhältnis (SAR-Wert = sodium adsorption ratio) benutzt. Der SAR-Wert ist wie folgt definiert:

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}}$$

Der SAR-Wert läßt eine Beurteilung über die Adsorption der Natriumionen in den obersten Bodenhorizonten zu und gibt damit einen Wert für die Bodenversalzung bei Bewässerung. Es bleibt noch hinzuzufügen, daß die Bewertung nach dem SAR-Wert ein äußerst scharfes Kriterium darstellt, da von einer ganzjährlicher Bewässerung ausgegangen wird.

Welche Gesichtspunkte sind bei der Anwendung des oben genannten Richtwertes unter unseren Klimaverhältnissen zu beachten? Der austauschbare Gehalt an Aluminium gehört zu den wichtigsten Unterschieden zwischen den Böden in humiden und ariden Regionen. Weiterhin spielt der pH-Wert eine große Rolle. Bei ariden Böden liegt er bei ca. 7 und darüber und die einzigen relevanten Kationen, die berücksichtigt werden müssen, sind Kalzium, Magnesium und Natrium.

Die Böden in den humiden Regionen haben meist einen mehr oder weniger sauren Charakter. Je tiefer das pH fällt, um so mehr übernimmt das Aluminium die Rolle des Kalzium als vorherrschendes austauschbares Kation. Außerdem treten noch Wasserstoff- und Eisenionen mehr oder weniger in den Vordergrund.

Aus den oben angeführten Überlegungen ergibt sich die Frage, ob die Definition des SAR-Wertes ohne Modifikation auch für die salzhaltenden Abflüsse der Straßen verwendet werden kann. Setzt man eine Änderung der molaren Relation voraus, würden sich u. a. folgende Definitionen anbieten:

$$\text{SAR} = 3 \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\text{Al}^{+++}}} \quad \text{oder}$$

$$\text{SAR} = 3 \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Al}^{+++} + \text{Fe}^{+++} + \text{H}^+}{3}}}$$

Bei der Versickerung von NaCl-Lösung kommt es zu einem gewissen Austausch verschiedener Ionen wie Ca^{++} und Al^{+++} durch Na^+ . Es werden sich in Abhängigkeit von der Salzkonzentration und dem pH des Bodens verschiedene Verhältnisse bzw. Gleichgewichte zwischen Natrium und den anderen Kationen einstellen. Dabei bleibt zu berücksichtigen, daß es relativ schwer für ein monovalentes Kation wie Natrium ist, ein divalentes wie Kalzium auszutauschen, noch schwieriger ist es im Falle des dreiwertigen Aluminiumions.

Vorausgesetzt, es kommt zu einer Austauschreaktion, so kann sich je nach den Anteilen der verschiedenen Kationen an den Sorptionskomplexen ein unterschiedlicher pH-Wert ergeben. Bei Böden, deren Sorptionskomplexe überwiegend mit Ca- und Mg-Ionen abgesättigt sind, wird der pH-Wert des Bodens durch die Reaktion des entstandenen Na-Austauschers mit dem Bodenwasser erhöht. Dagegen kann sich bei stark entbasten Böden durch Zutritt von Neutralsalzen eine pH-Erniedrigung einstellen. Beim Austausch der H-, Fe- und Al-Ionen durch Na-Ionen kann eine Säurewirkung auftreten. Mit dem Zustandekommen von Austauschaciditäten ist allerdings nur in Böden zu rechnen, deren pH-Werte unter 5,4 bis 5,6 liegen. Sie können sich nur dann bilden, wenn keine austauschbaren Basen mehr an den Sorptionskomplexen vorhanden sind (TIEMANN 1972).

Bei diesen Betrachtungen darf die Streusalzmenge nicht außer acht gelassen werden. Die Ausbringungsmenge schwankt gewöhnlich zwischen 2 und 22 t pro Straßenhektar und Jahr. Auch müssen wir eine Verunreinigung einer Straßenrandfläche von ca. 3 ha/km bei einer vierspurigen Autobahn annehmen (BRANDT 1973). Die möglichen hohen Salzmen gen legen es nahe, die daraus resultierenden Austauschgleichgewichte näher zu bestimmen. Diese Überlegungen können verschiedene Resultate zur Folge haben. Es besteht die Möglichkeit, daß das austauschbare Aluminium die Entwicklung eines Natriumbodens verhindert oder daß ein Überschuß an austauschbaren Aluminiumionen keine Zerstörung der Bodenstruktur bewirkt oder daß kalkhaltige Oberböden nur eine langsame Umwandlung in Natriumböden zulassen. Aus mehreren Berichten (HUTCHINSON 1967, GOLWER et al. 1973, u. a.) geht hervor, daß es langsam zu einer Salzanreicherung in den Böden entlang von Straßen kommt. Welche Ursachen und Folgen können damit in Zusammenhang gebracht werden?

Die Verlagerung des Salzes im Boden wird in erster Linie von der Bewegung des Bodenwassers bestimmt. Die Größe der Wasser- und Salzbewegung richtet sich nach der Permeabilität des Bodens. Die Richtung der Wasser- und Salzbewegung hängt von dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens ab (BERTHOUEX et al. 1969). Nach LUNIN et al. (1960) sind nur größere Niederschlagsmengen, die den Boden zumindest mit Wasser sättigen, in der Lage, einen nennenswerten Teil der Salze auszuwaschen. Geringe und auf einen weiten Zeitraum verteilte Niederschläge führen auch in humiden Gebieten nur zu einer teilweisen Auswaschung, da die Bewegung des Salzes im Bodenprofil von der Menge und der Intensität des Regens bestimmt wird. Bei der Verlagerung der Salze müssen zwei Bereiche unterschieden werden: der Transport der Salze aus der Wurzelzone und der endgültige Abtransport in und mit dem Grundwasser.

MILLER et al. (1965) führten Feldversuche mit KCl und verschiedenen hohen sowie zeitlich zusammenhängenden und unterbrochenen Wassergaben durch. Bei einer kontinuierlichen Wassergabe ergab sich eine ziemlich einheitliche Chloridverteilung ohne besondere Maxima, während eine periodische Bewässerung eine ungleichmäßige Verteilung bzw. höhere Konzentrationen bei ca. 90 cm Tiefe zur Folge hatte. Unterschiedliche Salzverlagerungen fanden auch PRIOR et al. (1967) in einem Bodenprofil nahe einer Straße. Die Chloridkonzentration fiel erst bis in eine Tiefe von ca. 30 cm, um dann wieder ein Maxima in ca. 60 cm zu erreichen. Eindeutige Gründe für dieses Ergebnis konnten nicht angegeben werden. Außerdem fehlten Folgeuntersuchungen, die die weitere Verlagerung verfolgten. Solche Untersuchungen wären interessant, um die allgemeine Ansicht zu überprüfen, daß sich das Salz bei seiner Verlagerung in immer größere Tiefen stärker verdünnt und zerstreut.

Von dem Sorptionsvermögen des Bodens hängt weiterhin die Verlagerung der Salze ab. Dabei interessiert vor allem das Verhalten des Chloridions im Boden. Da die Sorptionskomplexe meist negative Ladungen haben, kann das Chloridion nur in geringem Ausmaß adsorbiert werden. Dies müßte besonders für sandige Böden zutreffen. Untersuchungen von GOLWER et al. (1973) scheinen dem zu widersprechen. Das Rückhaltevermögen einer 1,20 m mächtigen Sandschicht für Chloride war so groß, daß die Jahresniederschläge in der zweijährigen Versuchsperiode nicht ausreichten, das Auftausalz vollständig auszuwaschen. Die Chloride im Boden werden also über einen längeren Zeitraum und nicht mit einem Mal an das Grundwasser abgegeben. Aus diesem Grunde kann es langsam zu einer Anreicherung der Chloride im Boden kommen, die das Grundwasser über das ganze Jahr verunreinigen und zusammen mit anderen Faktoren zu einem allmählichen Anstieg der Chloridwerte im Trinkwasser führen können. Darin kann eine der Hauptgefahren der Auftausalze gesehen werden, die zwar noch in geringerem Maße als z. B. häusliche und besonders Kaliindustriabwässer zur Verunreinigung der Grund- und Oberflächengewässer beitragen, aber infolge addierender Wirkung gesundheitliche Folgen für die Menschen und Tiere haben können.

Die Chloridanreicherung im Trinkwasser und andere oben angeführte Probleme bedürfen noch genauerer Klärung. Untersuchungen über das Sorptionsvermögen verschiedener Böden,

die Verlagerung der Salze im Laufe eines Jahres sowie ihr Verhalten in tieferen Bodenhorizonten (> 1 m) können dazu beitragen.

Literatur

- BERTHOUEX, P. M. et al., 1968: Underground corrosion and salt infiltrations. *J. of Amer. Water Works Ass.*, **60**, 345–356.
- BOCK, 1974: Arbeitspapier der Arbeitsgrp. Gewässergefährdung durch Auftausalze. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), unveröffentlicht.
- BRANDT, G. H., 1973: Potential impact of sodium chlorid and calcium chloride deicing mixtures on roadside soils and plants. *Highw. Res. Board, Res. Rec.* **425**, 52–66.
- BUBECK, R. C. et al., 1971: Runoff of deicing salt: effect on Irondequoit Bay, Rochester, New York. *Science*, **172**, 1128–1131.
- DEUTSCH, M., 1963: Groundwater contamination and legal controls in Michigan. *Geol. Surv., Water Supply Paper No. 1691*.
- DIMENT, W. H. et al., 1973: Some effects of deicing salt on Irondequoit Bay and its drainage basin. *Highw. Res. Board, Res. Rec.* **425**, 23–35.
- DOWST, R. B., 1967: Highway chloride applications and their effects upon water supplies. *J. of the New England Water Works Ass.* **81**, 63–67.
- GARBER, K., 1967: Luftverunreinigung und ihre Wirkung. *Verl. Gebr. Bointraeger, Berlin*.
- GARBER, K., 1967: Gesundheitsamt Bad Hersfeld, 1974: Mündliche Mitteilungen.
- GOLWER, A., 1973: Beeinflussung des Grundwassers durch Straßen. *Zschr. d. Dtsch. Geol. Gesel.* **124**, 435–446.
- GOLWER, A. et al., 1973: Belastung des Bodens und des unterirdischen Wassers durch den Straßenverkehr. *Gas- und Wasserfach* **114**, 154–165.
- HANES, R. E. et al., 1970: Effects of deicing salt on water quality and biota. *Nat. Coop. Highw. Res. Prog. Rep.* **91**.
- HEIER, H., 1966: Grundwasserverunreinigung durch $MgCl_2$ -Lauge. *Gesundheitsing.* **87**, 241–243.
- HOFFMANN, D., 1972: Elf Jahrzehnte dtsch. Kalisalzbergbau. *Verl. Glückauf, Essen*.
- HÖLL, K., 1970: Untersuchung, Beurteilung und Aufbereitung von Wasser. 5. Aufl., *Walter de Gruyter u. Co., Berlin*.
- HULING, E. E. et al., 1972: Groundwater contamination by road salt. *Science* **176**, 288–290.
- HUTCHINSON, F. E., 1966: Accumulation of road salt in soils along Maine highways. *Maine Farm Research* **14**, 13–16.
- HUTCHINSON, F. E. et al., 1967: The relationship of road salt applications to sodium and chlorid ion levels in the soil. *Highw. Res. Board, Res. Rec.* **193**, 1–7.
- HUTCHINSON, F. E., 1968: Effect of highway salting on the concentration of sodium and chloride in rivers. *Res. in the Life Sciences* **68**, 12–15.
- HUTCHINSON, F. E., 1970: Environmental pollution from highway deicing. *J. of Soil and Water Conservation* **26**, 144–146.
- KLEIN, L., 1959: River Pollution I. Chemical analysis. *Butterworth (London)*, zit. nach Hanes et al. 1970.
- LUNIN, J. et al., 1960: Use of brackish water for irrigation in humid regions. *Agr. Inf. Bull. No. 213*, U. S. Dept. of Agr., Washington.
- LÜSSEM, H., 1968: Mineralstoffgehalt im Rhein in Abhängigkeit vom Abfluß. *Vom Wasser* **35**, 150–159.
- MEINCK, F., 1971: Einheitliche Anforderungen an die Beschaffenheit, Untersuchung und Beurteilung von Trinkwasser in Europa.

Schriftenreihe d. Ver. f. Wasser-, Boden- u. Lufthygiene, Stuttgart, Nr. 14b.

- MILLER, R. J. et al., 1965: Chloride displacement in Panoch Clay Loam in relation to water movement and distribution. *Water Resources Res.* **1**, 63–73.
- MÜLLER, W., 1967: Probleme der Kaliabwasserbeseitigung. *Fortschr. d. Wasserchemie* **7**, 147–159.
- OWNBEY, C. R. et al., 1967: Chlorides in Lake Erie. 10th Conf. Great Lakes, Toronto, zit. nach HANES et al. 1970.
- PETERSON, R. G., 1965: Side effects of salting for ice control. *American City* **80**, 33.
- PRIOR, G. A. et al., 1967: Study of salt pollution of soil by highway salting. *Highw. Res. Board, Res. Rec.* **193**, 8–18.
- SCHRAUFNAGEL, F. H., 1967: Pollution aspects associated with chemical deicing. *Highw. Res. Board, Res. Rec.* **193**, 22–33. *Stern Magazin* 1971.
- TIEMANN, K. H., 1972: Die Auswirkungen des Straßenverkehrs auf Boden, Wasser und Pflanze. *Zschr. f. Kulturtechnik u. Flurbereinigung* **13**, 90–109.
- WALKER, W. H. et al., 1973: Road salt use and the environment. *Highw. Res. Board, Res. Rec.* **425**, 67–76.
- ZIEMANN, H., 1967: Die Wirkung der Kaliabwässer auf die Flora und Fauna der Gewässer. *Fortschritte d. Wasserchemie* **7**, 50–80. *Autobahnamt Frankfurt a. M.* 1974. Persönliche Mitteilungen.

Zusammenfassung

Im Wirkungsbereich von Straßen, die mit Auftausalzen abgestreut werden, kommt es vor allem durch das Chloridion zu einer nachteiligen Beeinflussung des Oberflächen- und Grundwassers. Die salzverunreinigten Straßenabflüsse haben in manchen Gebieten der USA zur Erhöhung der Chloridwerte in den angrenzenden Gewässern geführt. Bis jetzt hat aber der Verdünnungseffekt in Flüssen noch ausgereicht, während in einigen Seen schon gewisse Tendenzen zum Umkippen bestehen. Die zentralen Trinkwasserversorgungsanlagen sind noch nicht in Gefahr, aber eine Reihe von Flachbrunnen in der Nähe von Fernstraßen mußte wegen einer möglichen Gefährdung der Anwohner geschlossen werden.

Die nachgewiesene steigende Kontamination des Oberflächen- und Grundwassers kann als ein weitläufiger Komplex betrachtet werden, bei dem eine Vielzahl von Faktoren mitwirken, unter denen die Bedeutung der Auftausalze steigt und zusammen mit den anderen Ursachen eine immer größere Gefahr für die Menschheit bildet.

Summary

Surface water and ground water near roads where road salts have been applied are detrimentally influenced, for which chloridion is mainly responsible. In some parts of the United States of America the salt incrustated road discharge has caused a chloride increase in the waterways nearby. The rivers have so far succeeded in diluting these salts but there is acute danger in some of the lakes of a complete break-down. The central drinking water supply is not threatened yet, but a number of shallow wells near long-distance highways had to be closed because they were a risk for the population concerned.

The ever increasing and quite obvious contamination of the surface and the ground water is a wide complex in which a great number of factors are involved, road salts being one of the most important and becoming, together with other detrimental effects, more and more dangerous to mankind.

Einfluß von Auftausalzen auf Boden, Wasser und Vegetation

III. Einfluß auf die Vegetation

H. G. Brod und H. U. Preuße, Gießen

1. Einleitung

Im letzten Teil des Literaturüberblicks zum Thema Auftausalz soll auf den Einfluß der Auftausalze auf die Vegetation näher eingegangen werden. Die Schädigung von Pflanzen an Stadt-, Land- und Bundesstraßen sowie Bundesautobahnen hat schon vor über zehn Jahren zu ausgedehnten Untersuchungen über die Ursachen der Krankheitssymptome geführt. Neben anderen Faktoren, die auf Straßenbäume einwirken, konnten in den überwiegenden Fällen die Schäden als Folgen der Anwendung von Auftausalzen bestimmt werden. Jährlich gehen allein in Deutschland Tausende von Bäumen aus diesem Grunde ein und es bestehen deshalb nicht unberechtigte Forderungen nach Schutzmaßnahmen für die Straßenrandgewächse.

2. Einfluß des Natriumchlorids auf die Pflanze

2.1. Physiologie der Salzwirkung

Bei der Beurteilung der Salzwirkung auf Pflanzen muß berücksichtigt werden, daß das Zusammenspiel aller am Standort wirkenden Faktoren die Lebensvorgänge der Pflanze beeinflussen und es deshalb oft nicht möglich ist, auftretende Entwicklungsstörungen einer einzigen Ursache zuzuschreiben. Mit dieser Einschränkung läßt sich der Einfluß versalzter Böden und Salzaerosole auf das Pflanzenwachstum in drei große Wirkungsgruppen einteilen (ALLISON 1964):

- a) Ansteigen des osmotischen Wertes der Bodenlösung.
- b) Veränderung der Nährstoffverhältnisse.
- c) Anreicherung von spezifischen Ionen in toxischen Konzentrationen in der Pflanze.

Allgemein läßt sich über die Salzaufnahme sagen, daß die Pflanzen die Salze über die Wurzel und über die Blätter aufnehmen können, wobei letztere Möglichkeit von untergeordneter Bedeutung ist. Die Salzaufnahme ist zum Teil ein passiver, zum größeren Teil ein aktiver und nur teilweise ein selektiver Prozeß (COLLANDER 1941).

BERNSTEIN (1962) sieht im **Ansteigen des osmotischen Wertes der Bodenlösung** die hauptsächlichste Wirkung auf das Pflanzenwachstum. Mit dem Ansteigen des osmotischen Wertes der Bodenlösung wird die Wasseraufnahme seitens der Pflanze zunehmend erschwert. Einige Pflanzen können zwar den osmotischen Wert ihrer Zellen durch Ionenaufnahme erhöhen, dies scheint aber bei Kulturpflanzen nur einen begrenzten Einfluß auf den Wasserhaushalt der Pflanze zu haben (EHLIG et al. 1968).

Zu einer **Veränderung der Nährstoffverhältnisse** kommt es bei einem Überangebot einzelner Ionen, das in der Regel mit einer verringerten Aufnahme anderer Ionen verbunden ist. So wird die Aufnahme von Kalium durch ein erhöhtes Angebot von Natrium eingeschränkt und hohe Mengen an Calcium hemmen die Aufnahme von Natrium und Kalium.

Eine erhöhte Salzaufnahme kann zu einer **Anreicherung von Na- und Cl-Ionen in toxischen Konzentrationen** in der Pflanze führen. Übermäßige Anreicherungen dieser Ionen finden sich gewöhnlich in den Blättern, weniger in Stengeln und am geringsten in Früchten und Samen. Reichert sich ein Übermaß an **Natrium** in der Pflanze an, wird als äußerliches Anzeichen eine dunklere grüne Farbe der Blätter sichtbar. Bei noch größeren Mengen kommt es zum Absterben der Blattspitzen oder der Blattränder, ähnlich den Blattverbrennungen (ZULAUF 1966).

Außerdem erfolgt oft ein frühzeitige Blattabfall (BERNSTEIN 1964). Im allgemeinen sind es nur die natrium-sensiblen Pflanzen, die schon bei 0,3–0,5 % Na in der Trockensubstanz der Blätter Schäden aufweisen (BERNSTEIN et al. 1958). Eine übermäßige Anreicherung von **Chloriden** innerhalb von Pflanzen kann zu Blattverbrennungen und zum Absterben der Triebspitzen besonders bei Holzigen Pflanzen führen (BERNSTEIN 1964). Die Symptome ähneln sehr den Trockenheitsschäden (WESTING 1969). Nach AYERS et al. (1952) zeigen einige Pflanzen bei einem hohen Cl-Gehalt äußerlich oft Blattverbrennungen, die an der Blattspitze beginnen und sich von

da aus über die Blattspreite oder auch an den Blatträndern ausdehnen können. In chlorid-sensiblen Pflanzen treten Krankheitssymptome schon bei Cl-Gehalten von 0,5–1,5 %, bezogen auf das Trockengewicht der Blätter, auf (BERNSTEIN et al. 1958).

Abschließend soll noch kurz auf **Salzpflanzen** hingewiesen werden, die sich den Bedingungen von Salzböden am besten angepaßt haben. Die Salzpflanzen (Halophyten) können Salzkonzentrationen von über 10 % ertragen (im Vergleich: konzentrierte Kochsalzlösung hat ca. 38 %). Die Küsten- und Wüstenhalophyten erreichen diese Anpassung durch Aufnahme hoher Salzmengen, starke Sukkulenz, dickere Cuticula und auch in einigen Fällen durch Absalzung (Auspressung hochkonzentrierter Salzlösung) (STRASBURGER 1971).

Zwischen den Pflanzenarten sowie zwischen Sorten der einzelnen Pflanzenarten lassen sich bedeutsame Unterschiede in der Salzverträglichkeit nachweisen. Diese unterschiedlichen Salztoleranzstufen der Pflanzen sind bei der Auswahl geeigneter Gewächse für salzgefährdete Standorte von großer Bedeutung.

2.2. Pflanzenschäden und Auftausalze

Im allgemeinen nehmen die Wurzeln nicht nur während der Vegetationszeit sondern auch im Winter Mineralstoffe aus dem Boden auf. Da die Anwendung der Auftausalze in diese Periode fällt, kann es zu einer Anreicherung toxischer Elemente in den Pflanzen am Straßenrand kommen und auch schließlich zum Absterben dieser Pflanzen führen, da die Pflanzen im Unterschied zu den Tieren nicht die Fähigkeit besitzen, überhöhte Salzanreicherungen in den Geweben durch bestimmte Organe auszuscheiden (HANES et al. 1970a).

2.2.1. Schäden an Straßenbäumen

Einer der ersten Berichte in der englischsprachigen Literatur über Streusalzschäden an Straßenbäumen stammt von FRENCH (1959), der in St. Paul, Minnesota, Ulmen untersuchte und äußerliche Krankheitssymptome fand, die Verbrennungen ähnelten und mit erhöhten Na-Gehalten in den Blattgeweben korrelierten. Dagegen konnten Ende der Fünfziger Jahre in Massachusetts noch keine Schadsymptome an Bäumen festgestellt werden, die durch Auftausalze verursacht wurden (HOLMES 1961). Mit zunehmendem Streusalzverbrauch traten aber auch hier Schäden an Zuckerahorn (*Acer saccharum*) auf, wobei ein Zusammenhang zwischen Blattchloridgehalten und Blattkrankheitssymptomen nachgewiesen wurde. Während bei 0,05 bis 0,6 % Cl noch keine Blattschäden sichtbar waren, führten Cl-Gehalte von etwa 1 % in der Trockensubstanz zu beträchtlichen Blattverbrennungen (HOLMES et al. 1966).

Auch in New Hampshire wurde ein Rückgang der Zuckerahornbäume an Straßenrändern festgestellt. Es konnte eine gute Korrelation zwischen der Entfernung der Bäume zur Straße und dem Schädigungsgrad nachgewiesen werden. Außerdem konnte die Salzempfindlichkeit mit dem stärkeren Transport des Natriums in Zuckerahorn, im Vergleich zu Esche und Birke, in Verbindung gebracht werden, wie aus Vegetationsversuchen im Treibhaus hervorging (LACASSE et al. 1963, 1964).

Schäden infolge versalzter Straßenabflüsse wurden von BUTTON et al. (1967) festgestellt. Die erhöhten Cl-Gehalte (bis 9000 ppm Cl) zeigten sich äußerlich durch Blattverbrennungen und frühzeitigem Laubfall. Auch in Connecticut führten Winterstreunungen zu Schäden an Spitzahorn (*Acer platanoides*). Gewächshausversuche zeigten keine Übereinstimmung der Krankheitssymptome mit der Höhe der Na-Gabe, während die Cl-Gaben und die Blattsymptome korrelierten (WALTON 1969). Bei der Untersuchung der Salztoleranz von 22 Straßenbaumarten stellten SHORTLE et al. (1970) nicht nur eine große Variation der Salzempfindlichkeit zwischen den Arten, sondern auch unter den Arten fest. Bei den Arten der salztoleranten, wie auch der salzintoleranten Bäume traten verschiedene Grade von Salzschädigungen auf. Ähnliche Untersuchungen

unternahmen HANES et al. (1970 b). Sie ermittelten in Feldversuchen die Salztoleranz laubabwerfender Gehölze sowie immergrüner Bäume und Sträucher mit dem Ziel, die für die Straßenrandbepflanzung geeigneten Arten auszuwählen. Unter den Gewächsen zeigten sich Zuckerahorn (*Acer saccharum*) und Birke (*Betula pendula*) mäßig salztolerant und Liguster (*Ligustrum amurense*) und Geißblatt (*Lonicera tartarica*) sehr salztolerant.

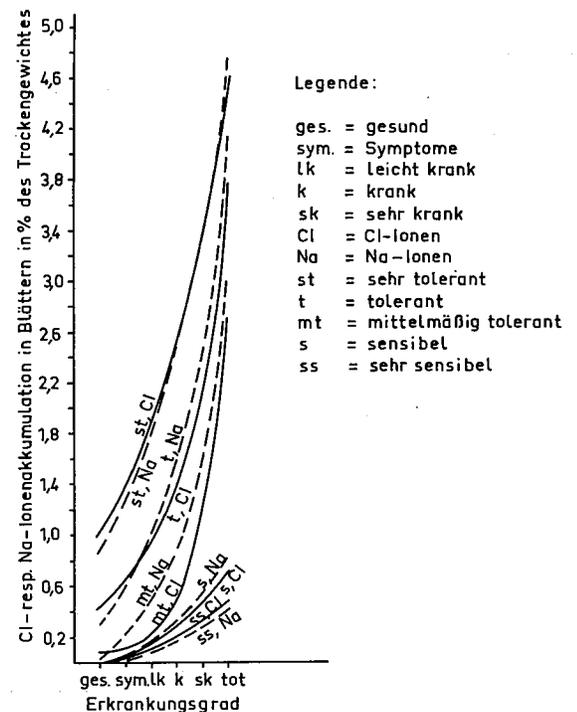
SHORTLE et al. (1972) zogen das Triebwachstum von 36 Ahornbäumen als möglichen Indikator der Salzschädigung heran. Das Triebwachstum nahm bei Bäumen mit geringen Schäden um 30%, bei ernsthaften Schädigungen um 60–70% ab. Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch RICH (1973), der bei Zuckerahorn (*Acer saccharum*) bei einem mittleren Blattchloridgehalt von 0,35% ein Triebwachstum von nur 3 cm feststellte, während an gesunden Bäumen ein Triebwachstum von etwa 9 cm erfolgte. Außerdem fand er bei Einwirkung von Calciumchlorid eine geringere Toxizität auf die Straßenvegetation als bei Natriumchlorid.

Wie die Laubbäume, zeigten auch die Nadelbäume erhebliche Schäden infolge Auftausalzanwendung. Untersuchungen an Weymouths-Kiefern (*Pinus strobus*) ergaben in Connecticut in den Nadeln auf der zur Straße hin gelegenen Seite bei 67% der Proben Gehalte von über 1% Natrium. Eine Korrelation zwischen Schädigungsgrad, Entfernung und Richtung zur Straße konnte ermittelt werden (SMITH 1970). In Ontario, Kanada, wiesen HOFSTRA et al. (1971) Schäden an Weymouths-Kiefern (*Pinus strobus*) und Lebensbäumen (*Thuja occidentalis*) nach. Auch diese Autoren konnten eindeutige Beziehungen zwischen der Entfernung der Bäume von der Straße und dem Grad der Schädigung feststellen. Die Weymouthskiefer (*Pinus strobus*) reagierte sehr empfindlich auf höhere Salzgehalte, die bis zu einer Entfernung von 120 m von der Straße auftraten und zu Schäden führten. Die durch den mit hoher Geschwindigkeit vorbeifahrenden Verkehr aufgewirbelten und vom Wind in Form eines Aerosols verfrachteten Salzlösungen sollen den Hauptgrund der Baumschäden darstellen.

In der deutschsprachigen Literatur wurden 1964 die ersten Fälle von Auftausalzschäden besprochen. Der strenge Winter 1962/63, der eine Steigerung der Auftausalzverwendung gegenüber dem Vorwinter um 130% zur Folge hatte, führte zu schweren Schäden bei älteren Gehölzen und jungen Anpflanzungen am Mittelstreifen an der Autobahn Kassel-Frankfurt-Mannheim. Einige Teilstrecken zeigten sogar Totalausfall an der Bepflanzung des Mittelstreifens sowie bei dicht an der Fahrbahn stehenden Nadelgehölzen. Eine Versalzung des Bodens wurde nicht festgestellt und daher das Verspritzen von Salzlösungen durch fahrende Autos als Hauptursache für die Salzschäden verantwortlich gemacht (SAUER 1964, 1967). In einer anderen Arbeit wies GLASAU (1966) neben der Spritzwirkung auch eine Bodenversalzung als Grund der Pflanzenschäden durch Auftausalze nach. Zu einer Bodenversalzung kam es durch die offene Lagerung von Streusalz, d. h. zur Einwaschung der Salze in den Boden und damit verbunden zum Absterben einer alten Eiche. In einem zusammenfassenden Bericht ist auch ZULAUF (1966) auf die Pflanzenschäden durch Streusalzverwendung im Straßenwinterdienst eingegangen. Er vertritt die Auffassung, daß die Schäden, die durch den Eintritt der Ionen in die Blätter verursacht werden, allgemein etwas geringer zu sein scheinen als die, welche aus gleich stark konzentrierten Bodenlösungen resultieren. Die Wirkung der Salzlösung auf die Pflanze richtet sich nach ihrem Toleranzgrad. Abbildung 1 zeigt den Erkrankungsgrad ausgewachsener Pflanzen in Abhängigkeit von der Konzentration der NaCl-Lösung.

Im Jahre 1966 kam es zu einem Straßenbaumsterben größeren Ausmaßes in der Hamburger Innenstadt, das Anlaß zu einer Studie über die Ursachen dieser Erscheinung gab. Die Krankheitssymptome wurden als Wachstumsverringering, Blattrandnekrosen und Braunfärbung des Laubes beschrieben und auf die Einwirkung von Streusalzen zurückgeführt. Die Möglichkeit der Aufnahme der Salze über die Blätter wird zwar nicht bestritten, als Hauptursache aber der Eintritt über die Wurzeln angegeben. Weiterhin wurde erkannt, daß die Blätter schon beim Frühjahrsaustrieb das Auftausalz aufgenommen hatten und oft schon in diesem Stadium über 1% Cl in der Trockensubstanz enthielten (RUGE et al. 1968). Aus späteren Unter-

Erkrankungsgrad der Pflanzen in Abhängigkeit der Ionenakkumulation in den Blättern (ZULAUF 1966 b)



suchungen konnten folgende Merkmale zum Erkennen der Auftausalzschäden abgeleitet werden (RUGE 1971 a):

- a) Erkrankung oft ganzer Baumreihen an Fahrbahnen;
- b) im Frühjahr Austreiben kleinflächiger Blätter mit sich zur Mitte ausweitenden Blattrandnekrosen;
- c) ab Juli/August vorzeitige typische Herbstfärbung und Laubfall;
- d) speziell bei Linden 4–5maliger Neuaustrieb möglich;
- e) Krankheitserscheinungen ausschließlich an Hauptverkehrsstraßen.

Schäden traten bei Nadelbäumen schon bei 0,75% Cl auf, während bei Laubgehölzen sich im allgemeinen die ersten Symptome ab etwa 1% Cl zeigten. Unterschiede im Schädigungsgrad zwischen Linde, Roßkastanie und Platane führte RUGE (1971 b) auf die Merkmale Tiefwurzler und Flachwurzler zurück. Es wurde nachgewiesen, daß das über die Wurzeln aufgenommen Chlorid sich außer in den Blättern auch in den Zweigen und Ästen sowie im lebenden Splintholz anreichert. Da es keine physiologische Möglichkeit gibt, dieses Chlorid aus den Geweben wieder zu entfernen, bleibt als letzter Ausweg nur, die Baumkrone radikal zurückzunehmen, womit aber die Erfüllung der ökologischen Funktion entfällt. Abschließend wird die Vermutung ausgedrückt, daß etwa 90% der Bäume, die in jedem Jahr entlang von Hauptverkehrsstraßen absterben, auf das Konto der Auftausalze gehen (RUGE 1971 b).

Bei der Untersuchung von Straßenbäumen in Berlin ergaben sich Übereinstimmungen mit den Verhältnissen in Hamburg. LEH (1971) schätzte, daß von 200 000 Bäumen in Berlin etwa 10 000 bis 12 000 durch Auftausalze geschädigt und in ihrem Bestand bedroht sind. In einem zweiten Bericht (LEH 1973) wurden Na und Cl-Gehalte von Blättern und Zweigen angeführt. Die Chloridgehalte wiesen bei geschädigten Bäumen gegenüber Vergleichsproben eine Steigerung um das 10- bis 40-fache, die Natriumgehalte um das 20- bis 40-fache auf. Die größte Schädigung der Bäume wurde wahrscheinlich nicht von der Fahrbahn, sondern von den Gehwegen her verursacht, da die dort angewandten hohen Mengen nur unzureichend über die Kanalisation abfließen konnten. Krankheitssymptome zeigten sich meist erst ab 1% Cl in der Trockensubstanz. Bei den Natriumgehalten ließ sich kein Grenzwert bestimmen, obwohl natürlich auch hohe Na-Konzentrationen zu irreversiblen Schäden führen können.

BEHM et al. (1971) untersuchten Salzsäden an Kiefern und Fichten in der Umgebung von Berlin. Die Schadsymptome wurden hauptsächlich auf Spritzwirkungen zurückgeföhrt. Darüber hinaus wird eine Einwirkung über die Wurzeln nicht ausgeschlossen, da noch 200 m von der Autobahn entfernt Schäden zu verzeichnen waren. Die Chlorionen traten als Hauptschadefaktoren auf; ihr Grenzbereich lag bei 0,4–0,6 % Cl in der Trockensubstanz. Zu ähnlichen Schadensfällen kam es auch an Fichten in Oberösterreich. Entlang einer stark befahrenen Straße wurde ein größerer Waldstreifen durch Streusalz geschädigt, wobei die Ursache auf die Einspülung salzhaltiger Schmelzwässer in die Bestände zurückzuführen war. In den Jahren 1967 bis 1969 wurden die Chloridgehalte der Nadeln bestimmt und eine teilweise starke Steigerung verzeichnet. Die stärksten Krankheitssymptome trafen mit den höchsten Chloridgehalten zusammen, wobei die höchsten Werte bei 1,76 % in der Trockensubstanz eines Nadeljahrganges lagen. Der Schaden äußerte sich in Verfärbungen der Nadeln einiger Äste bis hin zum horstweisen Absterben der Bäume. Entomologische oder andere phytopathologische Ursachen konnten ausgeschlossen werden (STEFAN 1970).

2.2.2. Schäden an Gräsern

Einleitend läßt sich über die Anfälligkeit der Gräser gegenüber den Auftausalzen sagen, daß sie sich im allgemeinen salztoleranter als die Holzgewächse verhalten. Bei ihren Untersuchungen stellten ROBERTS et al. (1967) erhebliche Schäden an den Rasenstreifen einer Autobahn in Iowa, USA fest; Natriumchloridgehalte des Bodens von ungefähr 1000 ppm schränkten das Gräserwachstum bis zu einer Entfernung von 3 m vom Straßenrand ein. Beim Test der Salztoleranz von 10 Gräsern in Feld- und Gefäßversuchen wurde das Wachstum aller Gräser bis zu einer Konzentration von 631 ppm NaCl stimuliert, während Schäden vor allem zwischen 1000 und 5000 ppm NaCl in der Bodenlösung auftraten. Am salztolerantesten zeigte sich Rohrschwengel (*Festuca arundinacea*), der erst bei einem Salzgehalt von 5050 ppm im Boden leicht geschädigt wurde. In einigem Abstand folgten Liebesgras (*Eragrostis trichodes*), Quecke (*Agropyron smithii* und *Agropyron trachycaulum*) u. a. WEBSTER et al. (1968) wiesen bei ihren Untersuchungen Auftausalzschäden an der Vegetation in Washington D. C. nach. Bei den Gräsern wurde das Wiesenrispengras (*Poa pratensis*) am meisten geschädigt.

Mit der zunehmenden Geföhrdung der Rasen an Straßen und Autobahnen durch Streusalze wird die Forderung nach einer dichtnarbigen, salztoleranten Rasendecke immer dringlicher. Aus diesem Anlaß führte SKIRDE (1970) eine Versuchsreihe mit 4 Gräsergruppen auf Salzeinwirkung durch. Es traten bei allen Artengruppen Sortenunterschiede in der Salzverträglichkeit auf. Die höchste Salztoleranz zeigten die kurzausläufer-treibenden Sorten von Rotschwengel (*Festuca rubra*) und einige Sorten von Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne*) und Schafschwengel (*Festuca ovina*-Biljart). Die salztoleranten Gräser wiesen nicht nur ein höheres Resistenzniveau, sondern auch ein größeres Regenerationsvermögen auf. In einer Nachwirkungsperiode ohne Wasserzufuhr konnte recht gut der Zusammenhang zwischen Salztoleranz und Trockenresistenz erbracht werden, wobei sich einige Schwengelarten (*Festuca*-) und Gemeiner Salzschwaden (*Puccinellia distans*) besonders auszeichneten.

In ihren Untersuchungen kamen BUTLER et al. (1973) zu dem Schluß, daß sich im nördlichen Teil der Vereinigten Staaten von Amerika von den vorhandenen Gräsern nur 10–12 Arten den salinen Bedingungen anpassen können. Von diesen sind aber nur 3–4 für eine Rasenansaat an Straßen empfehlenswert. Darunter fallen unter anderem der Gemeine Salzschwaden (*Puccinellia distans*) und das Wüstensalzgras, die beide in allen Salzgebieten verbreitet sind. Im Rahmen einer Gräserbonitierung an Autobahnen in Illinois konnte der Gemeine Salzschwaden (*Puccinellia distans*) noch an Stellen nachgewiesen werden, an denen die übrige Vegetation durch Streusalzeinfluß abgestorben war; der Boden enthielt dort 14 000 ppm Na und 33 000 ppm lösliche Salze.

3. Reduzierung der Pflanzenschäden durch verändertes Nährstoffangebot

Die Auftausalze stellen für Pflanze ein sehr einseitiges Nährstoffangebot dar, das zu den im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Schäden führt. Bei der Betrachtung der salinen

Bedingungen in ariden Gebieten erkennt man, daß dort dem Bewässerungswasser oft zusätzlich Kalium hinzugefügt wird, um die antagonistische Wirkung zwischen Kalium und Natrium auszunützen (HEIMANN 1958).

Die Chlor- und Natriumionen physiologisch ausbalancierter Mischungen, wie z. B. im Meerwasser, stellen weniger starke Plasmagifte für die Pflanzen dar. Dem Auftausalz sollte deshalb ein Gemisch von rund 10 bis 15 % von Kalium-, Calcium- und Magnesiumchlorid beigemischt werden (ZULAUF 1966). Weiterhin besteht die Möglichkeit, Düngemaßnahmen am Straßenrand durchzuführen. VERGHESE et al. (1970) untersuchten den Einfluß verschiedener Dünger auf die Aufnahme von NaCl bei verschiedenen Gräserarten. Ertragsdepressionen durch NaCl wurden durch kleine Stickstoffgaben reduziert, während höhere N-Gaben zu einer erhöhten Aufnahme von Natrium und Chlor führten. Kaliumgaben verringerten die Aufnahme von Natrium, was auf eine hoch signifikante Na/K-Beziehung hindeutet. Die Resultate ergaben weiterhin, daß Kalium- und Phosphorzusätze zu den Auftausalzen eine effektive Möglichkeit darstellen, um die Chloridaufnahme zu verringern und so die Salzsäden zu minimieren. Dies ist in dem konkurrierenden Verhalten zwischen den Phosphor- und Kaliumionen und den Auftausalzen begründet. Pflanzenschäden können weiterhin vermieden werden durch die Auswahl salztoleranter Pflanzenarten für gefährdete Standorte und die Einhaltung eines Mindestabstandes von 10 m bei der Pflanzung von Bäumen an Straßenrändern (RICH 1973).

Melioration von streusalzgeschädigten Böden durch Gips bietet eine weitere Möglichkeit, die Bedingungen für die Straßenvegetationen zu verbessern (HUTCHINSON 1972).

Zusammenfassung

Die Straßenvegetation wird durch die Streusalzanwendung stark in Mitleidenschaft gezogen. Die Angriffspunkte der Auftausalze sind nicht nur die oberirdischen, sondern auch die unterirdischen Pflanzenteile. Sichtbare Zeichen der Schädigung stellen von der Blattspitze ausgehende Verbrennungssymptome dar, die sich langsam über das Blatt sowie die ganze Pflanze ausdehnen und schließlich zum völligen Absterben der Pflanze führen können. Die Anfälligkeit der Gräser gegenüber den Auftausalzen scheint geringer als bei den Bäumen zu sein, bei denen wiederum die Nadelbäume empfindlicher als die Laubbäume reagieren. Zur Vermeidung der Pflanzenschäden müssen salztolerante Arten auf gefährdete Standorte gebracht und eine ausgeglichene Nährstoffversorgung gewährleistet werden. Bei der Bepflanzung der Straßenränder mit Bäumen sollte außerdem ein gewisser Mindestabstand eingehalten werden.

Summary

Road salts have a detrimental effect on the vegetation along roads, impairing surface and subsurface parts of the plants. Obvious signs of damage are symptoms of burning at the leaf-tips, which may even spread over the whole leaf or the whole plant and which may finally result in a complete withering of the whole plant. Grasses seem to be less susceptible to road salts than trees, and as far as trees are concerned, conifers seem to be more susceptible than deciduous trees. To prevent damage to plants it is suggested to choose salt tolerating plants for endangered locations and to take care that a balanced nutrient supply is maintained. Trees alongside road banks should always be planted with a certain minimum distance between them.

Literaturverzeichnis

- ALLISON, L. E., 1964: Salinity in relation to irrigation. *Advances in Agronomy* 16, 136–180.
- AYERS, A. D. et al., 1952: Sodium and chloride injury on avocado leaves. *Calif. Agric.*, USA, 5, 7; zit. nach HAYWARD, H. E. 1956.
- BEHM, R. et al., 1971: Schäden an Fichten und Kiefern infolge Winterbehandlung der Straßen mit Chloridlösung. *Nachrbl. f. d. Pflanzenschutzdienst d. DDR* 25, 211–216.
- BERNSTEIN, L., 1958: Physiology of salt tolerance. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 2, 25–46.
- BERNSTEIN, L., 1962: Salt-affected soils and plants. *Arid Zone Research* 18, 139–174 (UNESCO, Paris).
- BERNSTEIN, L., 1964: Reducing salt injury to ornamental shrubs in the West. *U. S. Dept. of Agr., Inf. Bull.* 95.
- BUTLER, J. D. et al., 1973: Grasses for saline and alkali areas. *II. Int. Turfgrass Res. Conf.*, Blacksburg, Virg., June 19–21.
- BUTTON, E. F. et al., 1967: The effect of rocksalt upon roadside sugar maples. *Highw. Res. Board, Res. Rec.* 425, 77–85.

- COLLANDER, R., 1941: Selective absorption of cations by higher plants. *Plant Physiol.* **16**, 691–720.
- EHLIG, C. F. et al., 1968: Effect of a soil salinity on water potential and transpiration in pepper. *Agron. Journ.* **60**, 249–253.
- FRENCH, D. W., 1959: Boulevard trees are damaged by salt applied to streets. *Minnesota Farm and Home Sci.* **15**, 9; zit. nach HANES et al. 1970a.
- GLASAU, F., 1966: Salzverträglichkeit bei Laubgehölzen. *Gartenwelt* **66**, 295–296.
- HANES, R. E. et al., 1970a: Effects of deicing salt on water quality and biota. *Nat. Coop. Highw. Res. Prog., Rep.* **91**.
- HANES, R. E. et al., 1970b: Salt tolerance of trees and shrubs to deicing salts. *Highw. Res. Board, Res. Rec.* **335**, 16–18.
- HEIMANN, H., 1958: Irrigation with saline water and the ionic environment. *Potassium Symp. Madrid, Int. Kali-Inst. Bern*, 173–220.
- HOLMES, F. W., 1961: Salt injury to trees I. *Phytopathology* **51**, 712–718.
- HOLMES, F. W. et al., 1966: Salt injury to trees II. *Phytopathology* **56**, 633–636.
- HAYWARD, H. E., 1956: Plant growth under saline conditions. *Aride Zone Res.* **4**, 37–71, (UNESCO, Paris).
- HUTCHINSON, F. E., 1972: Dispersal of soil bound sodium from highway salting. *Public Works* **103**, 69–70.
- LACASSE, N. C. et al., 1963: Some factors associated with maple decline in N. Hamp. *Phytopathology* **53**, 349.
- LA CASSE, N. D. et al., 1964: Maple decline in New Hampshire. *Phytopathology* **54**, 1071–1075.
- LEH, H. O., 1971: Schäden an Straßenbäumen durch Auftausalze. *Gesunde Pflanze* **71**, 217–220.
- LEH, H. O., 1973: Untersuchungen über die Auswirkungen der Anwendung von NaCl als Auftaumittel auf Straßenbäume. *Nachrbl. d. dt. Pflanzenschutzdienstes* **25**, 163–169.
- RICH, A. E., 1973: Some effects of deicing chemicals on roadside trees. *Highw. Res. Board, Res. Rec.* **425**, 14–16.
- ROBERTS, E. C. et al., 1967: Effects of NaCl on grasses for roadside use. *Highw. Res. Board, Res. Rec.* **193**, 35–42.
- RUGE, U., et al., 1968: Schäden an Straßenbäumen durch Wintersalzung. *Angew. Bot.* **42**, 69–77.
- RUGE, U., 1971a: Straßenbäume kontra Auftausalze. *VDI-Nachrichten* **25**, 15.
- RUGE, U., 1971b: Erkennen und Verhindern von Auftausalzschäden an Straßenbäumen der Großstädte. *Nachrichtenbl. d. dt. Pflanzenschutzdienstes* **23**, 133–137.
- SAUER, G., 1964: Winterschäden an Bepflanzungen der Bundesautobahnen. *Natur und Landschaft* **39**, 43–48.
- SAUER, G., 1967: Über die Schäden an der Bepflanzung der Bundesfernstraßen durch Auftausalze. *NachrBl. d. dt. Pflanzenschutzdienstes* **19**, 81–87.
- SHORTLE, W. C. et al., 1970: Relative Sodium tolerance of common roadside trees in SE New Hampshire. *Plant Dis. Repr.* **54**, 360–362.
- SHORTLE, W. C. et al., 1972: Effects of salt on shoot growth of sugar maple. *Plant Dis. Repr.* **56**, 1004–1007.
- SKIRDE, W., 1970: Ergebnisse zur Salztoleranz von Gräserarten. *RASEN-TURF-GAZON* **1**, 12–14.
- STEFAN, K., 1970: Über einen Schadensfall an Fichten durch Streusalz. *Allgem. Fortsztg.* **81**, 254.
- STRASBURGER, E., 1971: Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. *Fischer Verl. Stuttgart*.
- WALTON, G. S., 1969: Phytotoxicity of NaCl and CaCl₂ to norway maples. *Phytopathology* **59**, 1412–1415.
- WEBSTER, H. V. et al., 1968: Salt damage to vegetation in the Washington D. C. area. *Plant Dis. Repr.* **52**, 350–354.
- WESTING, A. H., 1969: Plants and salt in the roadside environment. *Phytopathology* **59**, 1174–1181.
- VERGHESE, K. G. et al., 1970: NaCl uptake in grasses influenced by fertility interaction. *Highway Res. Board, Res. Rec.* **335**, 13–15.
- ZELAZNY, L. W. et al., 1970: Effects of deicing salts on roadside soils and Highw. Res. Board, Res. Rec. **335**, 9–11.
- ZULAUF, R., 1966: Pflanzenschäden durch Streusalzverwendung im Winterdienst. *Straße und Verkehr* **52**, 519–526.

Bestandsausbildung von Rasenansaat unter verschiedenen Versuchsbedingungen

I. Sportfeldansaat

1. Einleitung und Problemstellung
Rasenansaat unterliegen dem Einfluß örtlicher Verhältnisse und pflegetechnischer Maßnahmen, so daß sie trotz egalisierender Einwirkung bestimmter Erhaltungsmaßnahmen wie Düngung, Schnitt und Beregnung zu abweichenden Bestandsausprägungen führen können. Dies trifft vor allem für artenreichere Ansaaten und solche mit einem ungenügend ausgegogenen Anteilsverhältnis der Arten zu. Allein die Witterung bei und nach der Ansaat kann die Zusammensetzung der jungen Rasendecke in eine spezifische Richtung lenken, bis der Faktor Zeit im Zusammenwirken von Standort und Pflege die dafür typische botanische Narbenausbildung schafft. Von der Ansaatwitterung her gesehen sind es insbesondere 2 Elemente, die spezifische Ansaatentwicklungen auslösen: Niederschlagsreiche Witterung fördert beispielsweise Auflaufrate und Bestandsanteil der *Agrostis*-Gräser gegenüber *Poa pratensis* und *Festuca rubra* stark, während niedrige Temperaturen Grasarten mit relativ niedrigem Keimtemperaturbedarf, wie *Lolium perenne* und *Phleum pratense* bzw. *nodosum*, beispielsweise zu Ungunsten von *Poa pratensis*, bevorteilen (BEYENBURG-WEIDENFELD, 1958; SKIRDE, 1967). Mit diesen beiden Beispielen deuten sich bereits „gesetzmäßige“ Entwicklungsrichtungen an, die man in langfristiger Sicht vielfach erweitern könnte (SKIRDE, 1974). Zwei ähnliche gesetzmäßige Entwicklungen betreffen das Verhältnis von Anfangsdominanz zum späteren Verhalten der Sportfeldgräser *Lolium perenne* und *Cynosurus cristatus*. So ist für Ansaaten mit *Lolium perenne* in der Sortenausstattung eines üblichen Weidetyps charakteristisch, daß aus einem geringen Kornanteil in der Ansaatmischung infolge rascher

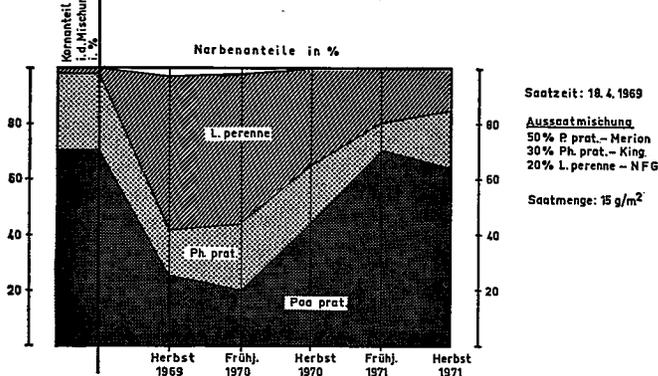
W. Skirde, Gießen

Keimung, hoher Auflaufrate und zügiger Jugendentwicklung zunächst ein hoher bis dominierender Bestandsanteil hervor geht (Opitz von BOBERFELD, 1974), der im Verlauf von 1 bis 2 Jahren jedoch je nach Zusammensetzung und Sortenqualität der Ansaatmischung auf ein stark reduziertes Maß abfällt (Darst. 1). Dieses Ausmaß der Anteilsreduktion hängt, außer von der Saatmischung an sich, vom Sortentyp von *Lolium perenne*, von der ökologischen Situation, vom Pflegeaufwand und von der Benutzung ab (VOS, 1968; v. d. HORST, 1974). Auch von *Cynosurus cristatus* sind hohe Anfangsanteile in Ansaatbeständen bekannt, allerdings nur, wenn sie kein *Lolium perenne* enthalten. Der verbleibende Anteil in der Rasennarbe hängt allerdings eng mit der Pflegeintensität zusammen (SKIRDE, 1969), wie es auch vom natürlichen Grünland her bekannt ist (u. a. WETZEL, 1966; SKIRDE, 1967). Relativ hohe Anteile von *Cynosurus cristatus* erhalten sich

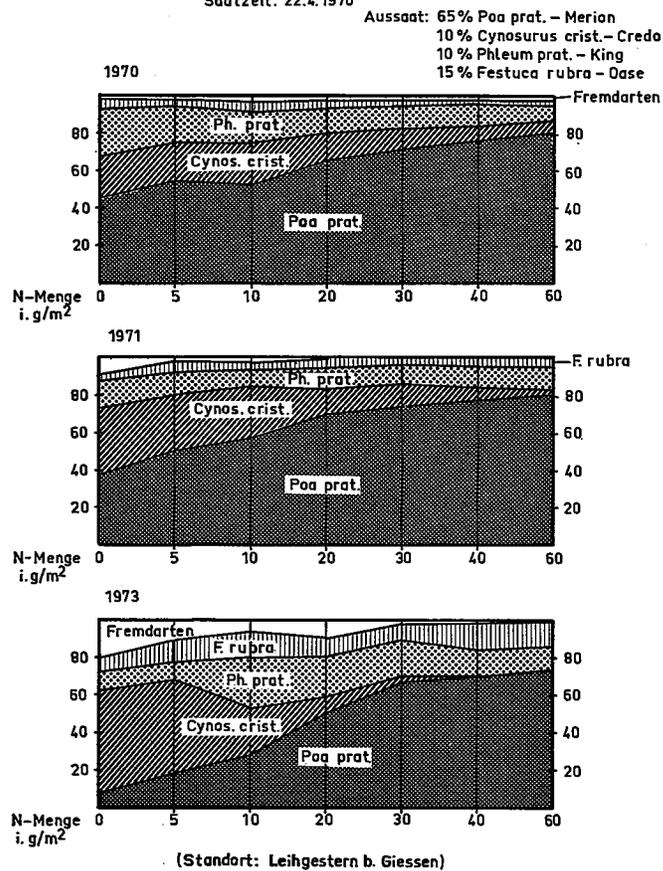
Zeichenerklärung

	Fremdarten
	<i>Lolium perenne</i>
	<i>Festuca rubra</i>
	<i>Phleum pratense</i>
	<i>Cynosurus cristatus</i>
	<i>Poa pratensis</i>

Darst. 1:
Bestandsentwicklung einer Ansaat mit *Lolium perenne*
(Standort: Leihgestern b. Giessen)



Darst. 2:
Bestandsentwicklung einer Sportfeldmischung
bei verschieden hoher N-Gabe
(Narbenanteile in %)
Saatzeit: 22.4. 1970



bei niedriger N-Gabe, bei hoher N-Düngung, die zu größerer Schnitzzahl zwingt, geht dessen Anteil dagegen rasch zurück (Darst. 2). Allerdings bestehen auch hier standörtliche Unterschiede, zumindest was Höhenlage und pH-Wert anbetrifft. Angesichts dieser Entwicklungsrichtungen und Entwicklungsunterschiede wurde im Jahr 1970 eine ökologische Versuchsreihe mit definierten Ansaatmischungen zu Sportfeldrasen, Zierrasen, Gebrauchsrasen und Landschaftsrassen aufgenommen, an der sich die nachstehenden Stellen beteiligten*):

1. Grünlandabteilung der Landwirtschaftskammer Hannover, Versuchsfeld Poppenburg
2. Institut für Landschaftsbau der Technischen Universität Berlin-Dahlem
3. Hessische Saaten, Darmstadt
4. Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau, Heidelberg

* Den Versuchsanstellern wird für hervorragende Versuchsdurchführung und uneigennützig Überlassung der Versuchsergebnisse herzlich gedankt.

5. Landesanstalt für Samenprüfung und Pflanzenzucht, Rinn b. Innsbruck

6. Fachgebiet Rasenforschung der Universität Gießen. Der folgende Bericht befaßt sich mit den Ansaaten für Sportfeldrasen dieser ökologischen Versuchsreihe; er erstreckt sich ferner auf Ergebnisse mit Bodenmodifikation und Stollenbelastung von Sportfeldansaaten, die auf dem Versuchsstandort Leihgestern bei Gießen gewonnen wurden.

2. Versuchsbedingungen

Der ökologische Mischungsversuch umfaßte 3 Sportfeldansaaten, die sich im wesentlichen durch die Einbeziehung von *Lolium perenne* in Ansaat A und eine Differenzierung des Anteils an *Cynosurus cristatus* und *Festuca rubra* in den Ansaaten B und C unterscheiden. Die Zusammensetzung der Ansaaten war folgende:

Ansaat A = 55% *Poa pratensis* - Merion
20% *Cynosurus cristatus* - Credo
10% *Phleum pratense* - King
10% *Lolium perenne* - Barenza
5% *Festuca rubra* - Oase

Ansaat B = 60% *Poa pratensis* - Merion
20% *Cynosurus cristatus* - Credo
10% *Phleum pratense* - King
10% *Festuca rubra* - Oase

Ansaat C = 65% *Poa pratensis* - Merion
10% *Cynosurus cristatus* - Credo
10% *Phleum pratense* - King
15% *Festuca rubra* - Oase.

Die Aussaatmenge betrug einheitlich 15 g/m².

Angaben über Versuchsstandorte und Versuchsdurchführung sind den Tabellen 1 und 2 zu entnehmen.

Tabelle 1: Charakterisierung der Versuchsstandorte

	Höhenlage m	Mittl. Jahres-temperatur °C	Jährl. Niederschlag mm	Boden
Giessen	159	9,0	591	Versteinter sand. Lehm, pH 5,6
Poppenburg	96	9,0	704	Lehm, pH 6,5
Berlin	51	8,8	596	Humoser anlehmiger Sand pH 5,6-6,5
Darmstadt	45	10,2	626	Anlehmiger Feinsand, pH 5,5-6,0
Heidelberg	99	10,3	762	Sandiger Lehm, pH 6,9
Rinn	910	6,5	880	Humoser, lehmiger Feinsand, pH 6,0

Tabelle 2: Angaben zur Versuchsdurchführung

	Ansaat-termin	N/Jahr g/m ²	Beregnung	Schnittzahl pro Jahr	Witterung i. der Vegetationsperiode 1970 1971 1972 1973
Giessen	IV. 1970	20	differenziert	15-22	b b c b
Poppenburg	IV. 1970	(10-20)	keine	(10-20)	b c b b
Berlin	VI. 1970	10 u. 20	differenziert	15-26	e b e b
Darmstadt	IX. 1970	20	über 100 mm/Jahr	35-40	d d d d
Heidelberg	V. 1971	20	über 100 mm/Jahr	28-31	c b b b
Rinn	IV. 1970	16	keine	14	c b c a

Anmerkung: a = trockener und kühler als normal
b = trockener und wärmer als normal
c = feuchter und kühler als normal
d = feuchter und wärmer als normal
e = normal

Unter diesen Versuchsbedingungen fand eine einheitliche Behandlung der Versuchsansaaten mit 3 bis 4 cm Schnitthöhe sowie unter Verzicht bzw. nicht eintretender Notwendigkeit von Beregnung in Poppenburg und Rinn statt. Eine Beregnung nach Bedarf wurde in Darmstadt und Heidelberg durchgeführt, während die Sportfeldansaaten in Berlin einer Differenzierung in eine zusatzberegnete und in eine nicht beregnete Teilerie unterlagen. Die Schnitthöhe betrug an allen 3 Standorten 3 cm; eine weitere Schnitthöhenbehandlung in Heidelberg mit 1,5 cm konnte infolge Störung durch Bauarbeiten und Randeinwirkung nicht ausgewertet werden.

In Giessen, Versuchsstandort Leihgestern, teilte sich die Versuchsanlage neben einer Serie mit zusätzlicher Wassergabe in Trockenperioden von 15 bis 20 l pro Woche gegenüber „Unberegnet“ weiterhin in Tiefschnitt (1,5 cm) und Hochschnitt (3,0 cm).

Eine Stollenbelastung fand, mit Ausnahme des letzten Versuchsjahres 1973 in Berlin, nicht statt.

2.2. Ansaaten auf verschiedenen Rasentragschichten

In den zurückliegenden Jahren sind auf dem Rasenversuchsfeld Leihgestern bei Gießen eine Reihe von Versuchen mit Schichtaufbauten und verschieden zusammengesetzter Rasentragschicht aufgenommen worden. Auf der Grundlage dieser Versuche wird die Bestandszusammensetzung verschieden alter Sportfeldansaaten verglichen. Die jeweiligen Versuchsanangaben sind Darst. 8 zu entnehmen.

2.3. Sportfeldansaaten unter Stollenbelastung

Die Entwicklung von Sportfeldansaaten unter Stollenbelastung wurde in 2 Versuchen auf dem Rasenversuchsfeld Leihgestern bei Gießen geprüft. Es handelt sich einmal um einen Versuch mit 8 Reinsaaten von *Poa pratensis* und 16 Ansaatmischungen vom April 1969, der sowohl auf dem anstehenden Boden als auch auf einer darauf aufgetragenen 5 cm starken Sanddecke angelegt wurde und eine „Normalpflege“ mit Hochschnitt (3 cm) im ein- bis zweiwöchentlichen Rhythmus bei Düngung mit 20 g/m² N, doch ohne Beregnung, erhielt. Von diesen Ansaaten, die mit einer Stollenbewalzung von 4 Walzgängen pro Woche über Sommer und 2 Walzgängen pro Woche über Winter behandelt wurden, sollen hier 3 charakteristische Ansaatmischungen ausgewertet werden. Ihre Zusammensetzung war folgende:

Ansaat 1 = 25 % *Lolium perenne* – NFG
75 % *Poa pratensis* – Merion

Ansaat 2 = 20 % *Lolium perenne* – NFG
20 % *Cynosurus cristatus* – Credo
60 % *Poa pratensis* – Merion

Ansaat 3 = 15 % *Lolium perenne* – NFG
15 % *Cynosurus cristatus* – Credo
10 % *Phleum nodosum* – NFG
60 % *Poa pratensis* – Merion.

Die Saatmenge betrug einheitlich 15 g/m². Mit der Stollenbewalzung wurde erst im Frühsommer 1970 begonnen, so daß sich die Rasenansaaten in ihrer Narbenausbildung gut festigen konnten.

Zum anderen kann das Verhalten verschiedener Sortentypen von *Lolium perenne* unter Stollenbelastung in der gleichen Ansaatmischung, ebenfalls bei Ansaat auf anstehendem Boden sowie auf eine dünne nacheinander aufgetragene Sanddecke von insgesamt 3 cm, verfolgt werden. Die Ansaatmischung bestand bei 15 g/m² Saatmenge aus

25 % *Lolium perenne*
5 % *Phleum pratense* – Pastremo
10 % *Cynosurus cristatus* – Credo

15 % *Festuca rubra* – Koket
45 % *Poa pratensis* – Merion.

Die in dieser Ansaatmischung gewechselten Sorten von *Lolium perenne* sind:

1. Weidetypp – Barenza
2. Rasentyp – Manhattan
3. Rasentyp – Loretta.

Der im April 1973 angelegte Versuch unterliegt einer Pflege mit 15 und 30 g/m² N pro Jahr und Hochschnitt im Abstand von 1 bis 2 Wochen. Eine Beregnung fand lediglich im extrem trockenen Ansaatjahr statt. Die Stollenbelastung beträgt 4 Walzgänge pro Woche im Winterhalbjahr und 8 Walzgänge pro Woche über Sommer. Mit der Stollenbelastung wurde hier allerdings schon im Oktober des Ansaatjahres begonnen. Das hatte beträchtliche Narbenstörungen bereits im ersten Versuchswinter zur Folge, die sich im Winter 1974/75 durch häufigen Niederschlag und Ausbleiben von Bodenfrost noch beträchtlich verstärkten.

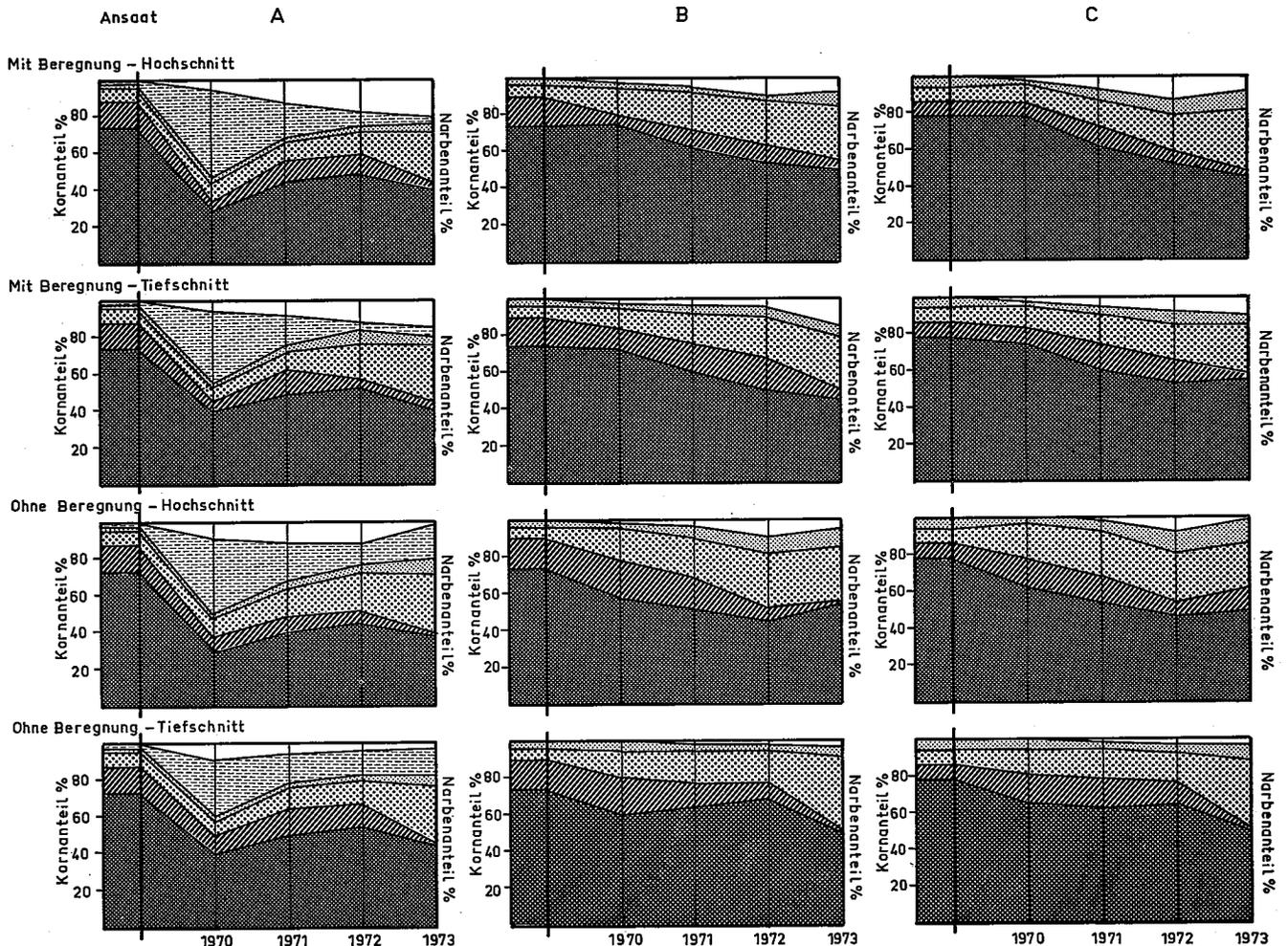
3. Ergebnisse

3.1. Sportfeldansaaten auf verschiedenen Versuchsstandorten

Die größte pflegetechnische Differenzierung dieser Versuchsanlage mit Hoch- und Tiefschnitt sowie einer beregneten und einer unberegneten Teilersie lag auf dem Versuchsstandort Leihgestern bei Gießen vor.

An diesem Standort bildete sich bei Ansaat A aus einem Saatanteil von 10 Gew.-% an *Lolium perenne* – NFG, was einem Kornanteil in der Ansaatmischung von 2% entspricht, bei allen Behandlungen erwartungsgemäß ein anfänglich hoher Bestandsanteil von 30 bis 50% heraus. Er war bei Beregnung etwas höher und auf der unberegneten Teilfläche, vor allem bei Tiefschnitt, etwas niedriger. Im Laufe der Versuchsjahre verringerte sich der Bestandsanteil an *Lolium perenne* dann in bekannter Weise, doch nunmehr stärker auf den beregneten als auf den unberegneten Parzellen (Darst. 3). Die anfängliche *Lolium*-Dominanz in Ansaat A hatte gegenüber den Sportfeldansaaten B und C einerseits einen geringeren Prozentsatz an *Poa pratensis*, andererseits auch an *Phleum pratense*, *Cynosurus cristatus* und *Festuca rubra* zur Folge. Dabei hat *Poa pratensis* in Ansaat A im Laufe der

Darst. 3: Bestandsausbildung von Sportfeldansaaten am Standort Leihgestern bei Gießen



Versuchsjahre etwa den gleichen Umfang von 30 bis 50 % beibehalten, während in den Ansaaten B und C eine Abnahme von etwa 60 bis 70 % im Herbst des Ansaatjahres auf etwa 50 bis 60 % im Versuchsjahr 1973 festzustellen ist.

Bis auf geringe Anteile reduzierte sich in allen Ansaaten *Cynosurus cristatus*, während *Phleum pratense* seinen Bestandsanteil besonders im Jahre 1973 vergrößern konnte. Hier besteht die Annahme, daß *Phleum pratense* die mit Hitze verbundenen Trockenperioden des Extremsommers 1973 durch Einlegen von Sommerruhe mit totaler Blattverfärbung zu überdauern vermochte. Ein gewisses Anwachsen im Bestandsanteil war ferner bei *Festuca rubra*, wiederum im stärkeren Maße im Jahre 1973, festzustellen. Aus der nur geringen Abweichung der Ansaatmischungen B und C, die in ihrem Einfluß auf die Zusammensetzung der Rasenbestände aber durchaus erkennbar ist, haben sich größere Differenzen, auch unter der Einwirkung verschiedener Pflegemaßnahmen, allerdings nicht ergeben.

Betrachtet man diese globale Bestandsentwicklung unter dem Aspekt der differenzierten Pflege, so ist als erstes ein höherer Fremdartenanteil, vornehmlich in Gestalt von *Poa annua* und *Poa trivialis*, bei Beregnung erkennbar, der vermutlich infolge der größeren Bestandsumschichtung in Ansaat A umfangreicher war. Ebenso deutet sich ein größerer Anteil an *Festuca rubra* bei der unberegneten gegenüber der beregneten Teilerie der Versuchsanlage an. Dagegen sind hinsichtlich *Phleum pratense* und *Cynosurus cristatus* am Standort Gießen keine auf Bewässerung beruhenden Abweichungen festzustellen. Beziehungen zur Schnitthöhe fehlen, vielleicht mit Ausnahme von *Festuca rubra*, wo Hochschnitt gegenüber Tiefschnitt einen etwas größeren Bestandsanteil bewirkt hat, ganz. Zusammenfassend ist für den Standort Gießen somit einerseits ein hoher Anteil an *Poa pratensis*, und zwar in allen Ansaaten, andererseits ein verhältnismäßig geringer Beregnungseffekt als charakteristisch für die im Versuchszeitraum von 4 Jahren eingetretene Bestandsausbildung anzusehen. Dabei könnte der relativ geringe Beregnungseffekt, trotz extremer Sommer-trockenlage, mit der mangelhaften Infiltrationsmöglichkeit des verdichteten steinigen Lehmbodens sowie mit der starken Wasserrückhaltung einer sich zunehmend verfilzenden Rasendecke zusammenhängen.

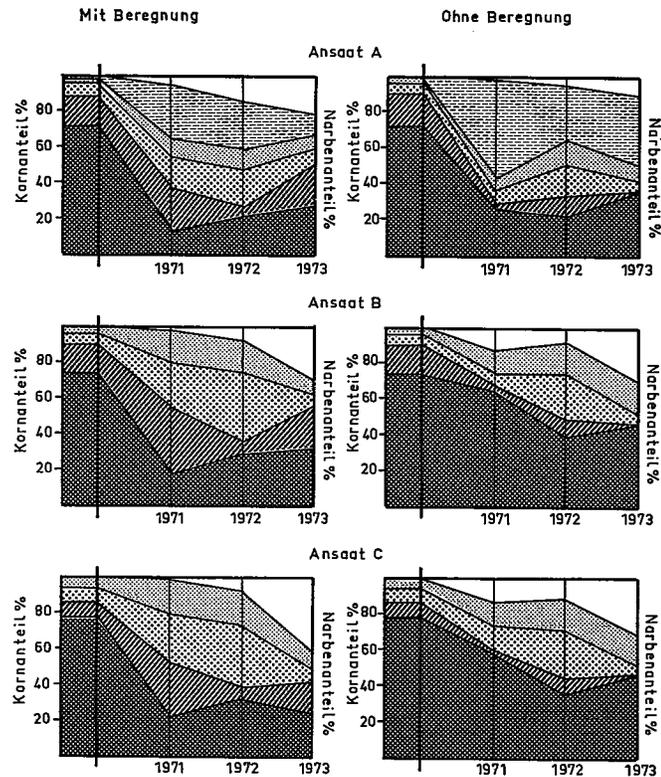
In Berlin bietet der anfängliche *Lolium*-Anteil in der Rasendecke von Ansaat A ein ähnliches Bild wie in Gießen, allerdings mit dem Unterschied einer anderen Beregnungsreaktion im Ansaatjahr. Hatte Beregnung im Ansaatjahr in Gießen eine gewisse Erhöhung des *Lolium*-Anteils bewirkt, so führte diese Maßnahme in Berlin von Anbeginn zu einer Abnahme von *Lolium perenne* gegenüber „unberegnet“, besonders aber in den folgenden Versuchsjahren. Diesbezüglich ist eine Übereinstimmung mit Gießen vorhanden, wenn der absolute Prozentsatz an *Lolium perenne* in der Narbe auch beträchtliche Unterschiede aufweist; er liegt in Berlin wesentlich höher. Hier ergibt sich die Frage nach Bodenunterschieden, die bei dem besser durchwurzelbaren und auch infiltrationsfähigeren Feinsandboden in Berlin eine bessere Trockenheitsresistenz hervorgerufen haben könnte (Darst. 4).

Gegenüber *Lolium perenne* vermochte *Poa pratensis* bei Beregnung im Ansaatjahr bei allen Ansaaten nur Narbenanteile von 15 bis 25 % zu gewinnen, da die Beregnung vor allem *Cynosurus cristatus* und *Phleum pratense* stark förderte. Blieb diese Förderung sowie *Lolium*-Konkurrenz aus, dann wurde *Poa pratensis*, und zwar zu Lasten von *Cynosurus cristatus* und *Phleum pratense*, bereits im Ansaatjahr dominanzbildend. *Festuca rubra* nahm in allen Ansaaten, besonders aber bei B und C, einen beachtlichen Anteil ein.

Im ganzen sind für den Standort Berlin, wenn man von der negativen Beregnungsreaktion im Ansaatjahr absieht, zwei Erscheinungen charakteristisch,

einmal der beträchtliche Beregnungseinfluß auf *Cynosurus cristatus* und *Phleum pratense*, der noch im letzten Versuchsjahr durch Verbleib eines nennenswerten Anteils an *Cynosurus cristatus* zum Ausdruck kommt, zum anderen ist der Fremdartenanteil aller Varianten, besonders aber unter Beregnung, beträchtlich. Dieser überwiegend aus *Agrostis*-Arten und *Lolium perenne* bestehende Fremdartenanteil geht ursäch-

Darst. 4: Bestandsausbildung von Sportfeldansaaten am Standort Berlin



lich auf Einschwemmungen von benachbarten *Agrostis*- und *Lolium*-Parzellen infolge Starkregen nach der Saat zurück.

Zusammenfassend ist für den Standort Berlin bei allen Versuchsgliedern ein deutlicher Trend zur *Poa pratensis*-Dominanz erkennbar, auch wenn diese Entwicklung durch Beregnung oder *Lolium perenne* in der Ansaatmischung graduell zurückgehalten wird. Zwischen den *Lolium*-freien Ansaaten B und C ergaben sich keine sicheren Abweichungen.

Auch auf dem Versuchsstandort P o p p e n b u r g hat sich im Laufe der Versuchsjahre eine *Poa pratensis*-Dominanz eingestellt. Bemerkenswert für diesen Standort ist jedoch der hohe Anfangsbesatz mit *Cynosurus cristatus*, selbst bei *Lolium*-Konkurrenz in Ansaat A, der sich 1971 noch vergrößerte und bis zum Beobachtungsende im Herbst 1973 mit wechselnden Anteilen erhalten blieb (Darst. 5). Diese Bestandsausprägung dürfte mit den jährlich schwankenden N-Gaben von 10 bis 20 g/m² und der damit verbundenen z. T. geringen Schnitffrequenz zusammenhängen, die der Pflege in gewisser Weise einen Extensivcharakter verlieh.

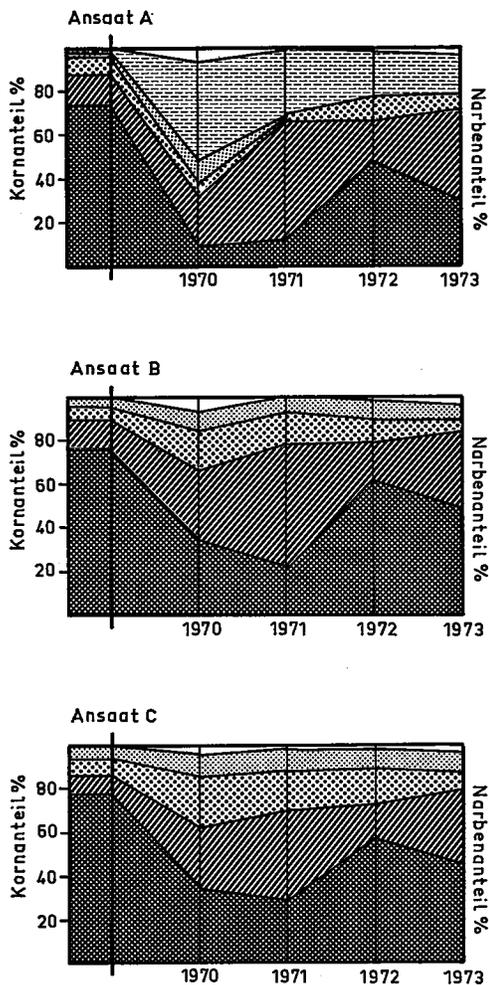
Neben *Cynosurus cristatus* konnten auch *Phleum pratense* und *Festuca rubra* einen zwar geringeren, doch angemessenen Bestandsanteil beibehalten, sofern *Lolium perenne* nicht in der Ansaat enthalten war, so daß sich die Einwanderung von Fremdarten weitgehend in Grenzen hielt.

Der Bestandsanteil von *Lolium perenne* weist im Versuchsablauf die typischen Veränderungen mit einer Anfangsdominanz von über 40 % und Bestandsanteilen zu Versuchsende von knapp 20 % auf. Gewisse Differenzen der Ansaaten B und C hinsichtlich der quantitativen Repräsentanz von *Cynosurus cristatus* und *Festuca rubra* im Sinne der Ansaatmischung sind vorhanden.

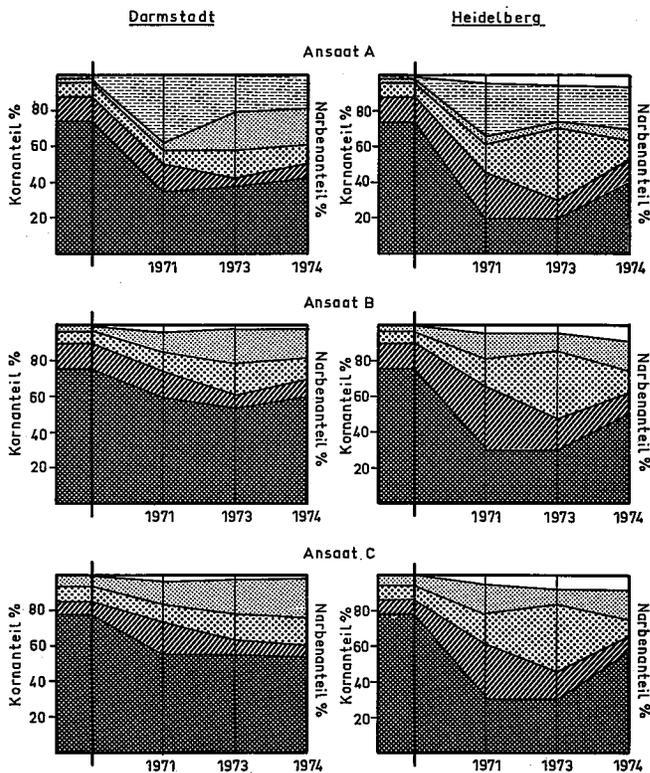
Im Vergleich mit den anderen Versuchsstandorten erfolgte die Versuchsaussaat auf den Standorten Darmstadt und Heidelberg erst im Herbst (Darmstadt) des Jahres 1970 bzw. im Mai 1971 (Heidelberg).

In D a r m s t a d t hat sich bei allen 3 Ansaaten von Anbeginn ein hoher Bestandsanteil von *Poa pratensis* herausgebildet, auch wenn *Lolium perenne* in Ansaat A, gefördert durch die Herbstsaat, zunächst gleich hohe Anteile gewinnen konnte. Ab 1973 aber verringerte sich *Lolium perenne* in der Rasen-

**Darst. 5: Bestandsausbildung von Sportfeldansaat
am Standort Poppenburg**



**Darst. 6: Bestandsausbildung von Sportfeldansaat an den
Standorten Darmstadt und Heidelberg**



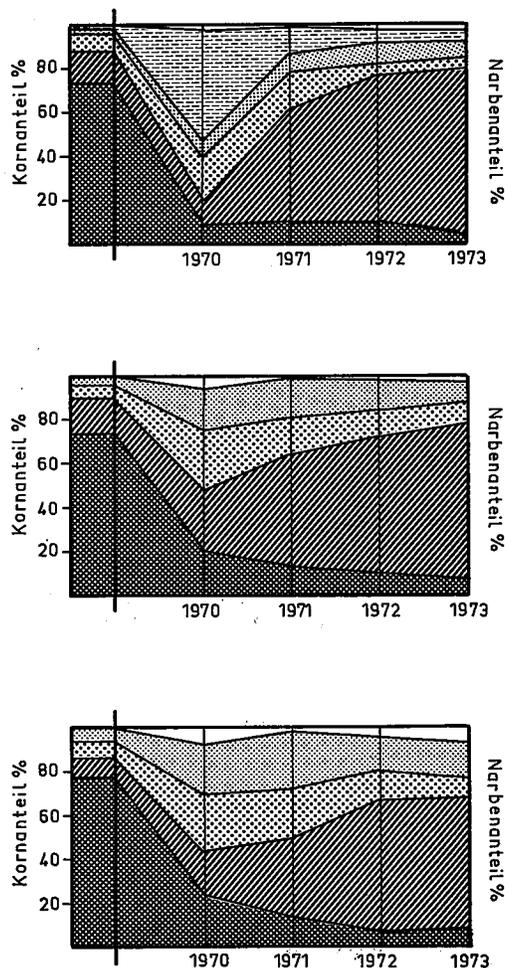
narbe auf weniger als 20 %, während *Poa pratensis* auf über 40 %, bei den Ansaaten B und C auf 55 bis 60 %, anstieg (Darst. 6).

Beachtlich erscheint für den Standort Darmstadt mit regelmäßiger Beregnung nach Bedarf und einer sehr hohen Schnittfrequenz die Entwicklung von *Festuca rubra*, selbst in der Lolium-Ansaat A, die bis zum Herbst 1974 Narbenanteile von 20 % erreicht hat. Aber auch *Phleum pratense* und *Cynosurus cristatus* vermochten sich deutlich zu behaupten. Dies dürfte ebenso wie in Berlin mit der regelmäßigen Beregnung und dem infiltrationsfähigen Sandboden zusammenhängen.

Die Ausbildung der Rasennarbe in Heidelberg dürfte ebenfalls durch Regelmäßigkeit in Düngung, Schnitt sowie ausreichend hohe Beregnung bei ohnehin überdurchschnittlichen Niederschlägen im langjährigen Mittel geprägt worden sein. Außerdem befindet sich der Versuch in einer windgeschützten, „wassersparenden“ Lage. Dadurch bedingt trat vermutlich eine Förderung des Anfangsanteils an *Cynosurus cristatus* und *Phleum pratense* ein, der sich im Falle von *Phleum pratense* 1973 noch verstärkte und zusammen mit *Cynosurus cristatus* erst 1974 absank. Aber selbst zu Versuchsende betragen die Anteile von *Cynosurus cristatus* und *Phleum pratense* noch etwa 10 %. Somit konnte der von diesen beiden Gräsern freigebene Raum auch erst im letzten Versuchsjahr von *Poa pratensis* eingenommen werden, dessen Anteil sich von 20 bzw. 30 % im Jahre 1971 auf 40 bis 55 % im Jahre 1974 erhöhte.

Lolium perenne behielt nach Anfangsdominanz einen Bestandsanteil von 20 % bei und selbst *Festuca rubra* erreichte in den loliumfreien Ansaaten B und C etwa 15 %. Zwischen den Ansaaten B und C sind klare Differenzierungen weder in Darmstadt noch in Heidelberg vorhanden. Stetig zugenommen

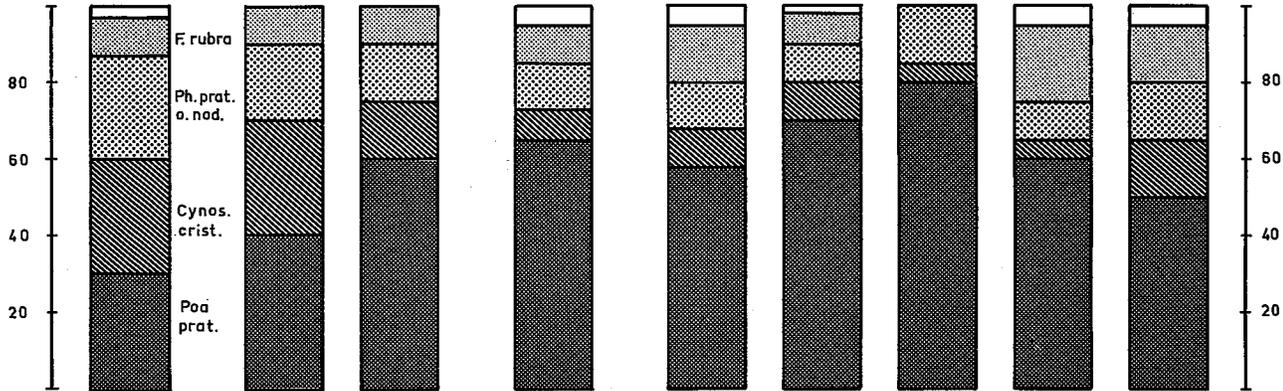
**Darst. 7: Bestandsausbildung von Sportfeldansaat
am Standort Rinn**



Darst. 8: Bestandszusammensetzung verschieden alter Sportfeldmischungen (Narbenanteile in %)

(Stand: September 1974)

Ansattermin:	17. 4. 73	27. 4. 72	14. 4. 71	6. 8. 70	6. 8. 70	29. 5. 70
Aussaatmenge:	15 g/m ²	15 g/m ²	15 g/m ²	20 g/m ²	20 g/m ²	20 g/m ²
Ansaatmischung (Gew.%)						
P. prat.	Merion 60	Merion+Newport 30+30	Merion 60	Merion 60	Merion 70	Merion 65
C. crist.	Credo 15	Credo 20	Credo 15	Credo 20	Credo 20	Credo 10
Ph. prat./nod.	King/S50 5/5	S 50 10	S 50 10	Enola 10	King 10	King 10
F. rubra	Koket 10	Topie 10	Topie 15	Oase 10		Oase 15
Schnitthöhe:	3,0 cm	3,0 cm	1,5 cm	3 cm	3 cm	3 cm
Beregnung:	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Bewalzung:	nein	nein	nein	nein	ja	nein



Bodenaufbau:	Tragschicht	Tragschicht	Tragschicht	Tragschicht	Tragschicht	Tragschicht
	10% Lößbod. 30% Torf 60% Sand	10% Lößboden 30% Torf 60% Sand	20% Lößbod. 10% Torf 20% Hygromull 50% Sand	60% Sand 20% Torf 20% Hygromull	60% Sand 20% Torf 20% Hygrom.	55% Sand 15% Torf 15% Hygrom. 15% Styromull

Dicke d. Tragschicht

10 cm	12 cm	10 cm	5 cm + 10 cm Sand	5 cm	6 cm + 9 cm Sand	15 cm
-------	-------	-------	----------------------	------	---------------------	-------

Dränschicht o. Unterbau:

10 cm Kies 0/30	8 cm Bims 0/20	8 cm Kies 0/30	10 cm Kies 0/30	15 cm Kies 0/30	Anstehender feinerdereicher Boden	15 cm Kies 0/30
--------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	---	-----------------

hat in Heidelberg allerdings die Ausbreitung von Fremdarten, insbesondere von *Poa annua*. Ursache dafür dürfte das Zusammenwirken von mikroklimatischer Lage und ausreichender Wasserversorgung eines zur Oberflächenvernässung neigenden schweren, verdichteten Bodens sein.

Zu einem gänzlich abweichenden Bestandsbild führten die Sportfeldansaaten in Rinn bei Innsbruck, wo die voralpine Höhenlage allerdings auch die extremste Standortssituation innerhalb dieser Versuchsreihe darstellt (Darst. 7).

Auch hier nahm *Lolium perenne* in Ansaat A im Ansaatjahr den größten Bestandsanteil ein, um danach bis zum Versuchsende rasch auf 5% abzusinken. Damit einher ging in Rinn jedoch nicht eine Zunahme von *Poa pratensis*, das in den Ansaaten B und C einen maximalen Anteil von 14% im Ansaatjahr erreichte, anschließend aber bis auf 8% abfiel, der freigewordene Raum wurde vielmehr von *Cynosurus cristatus* eingenommen. Dieses Gras erreichte zu Versuchsende bis zu 75% des Bestandsanteiles, eine Dominanz, die auch 1975 fortbesteht. Zusammen mit dem innerhalb konkurrenzstarker Mischungen beachtlichen, doch ökologisch erklärbaren Anteil an *Festuca rubra* von 10 bis 20% muß diese Bestandsausbildung als charakteristisch für den Einfluß der Höhenlage gewertet werden (SKIRDE, 1974).

3.2. Ansaaten auf verschiedenen Rasentragschichten

Weitere Informationen über das bestandsanalytische Verhalten von Sportfeldansaaten sind einer Ergebniszusammenstellung zu entnehmen, die Angaben über Bestandsanteile verschieden alter Ansaaten auf überwiegend wasserdurchlässig zusammengesetzten Rasentragschichten am Standort Gießen enthält. Die Rasentragschichten wurden mit Ausnahme einer Anlage aus dem Monat August 1970 auf gesonderten Dränschichten aufgebracht. Bei den Ansaaten handelt es sich stets um *Lolium*-freie Mischungen. Nähere Versuchsangaben sind Darst. 8 zu entnehmen.

Auch wenn den einzelnen Versuchsanlagen und -angaben eine exakte Vergleichbarkeit wegen geringfügiger Abweichungen fehlt, so geht aus allen Bestandsanalysen als erstes die

Poa pratensis-Dominanz des Standorts mit Bestandsanteilen von 50 bis 80% hervor. Nur in den beiden ersten Jahren nach der Ansaat war der Prozentsatz an *Poa pratensis* infolge der Anfangskonkurrenz von *Phleum pratense* und *Cynosurus cristatus* geringer. Entsprechend enthalten die älteren Rasenarben *Phleum pratense* und *Cynosurus cristatus* in einem geringeren Ausmaß, allerdings sind Beziehungen zum Bodenaufbau erkennbar.

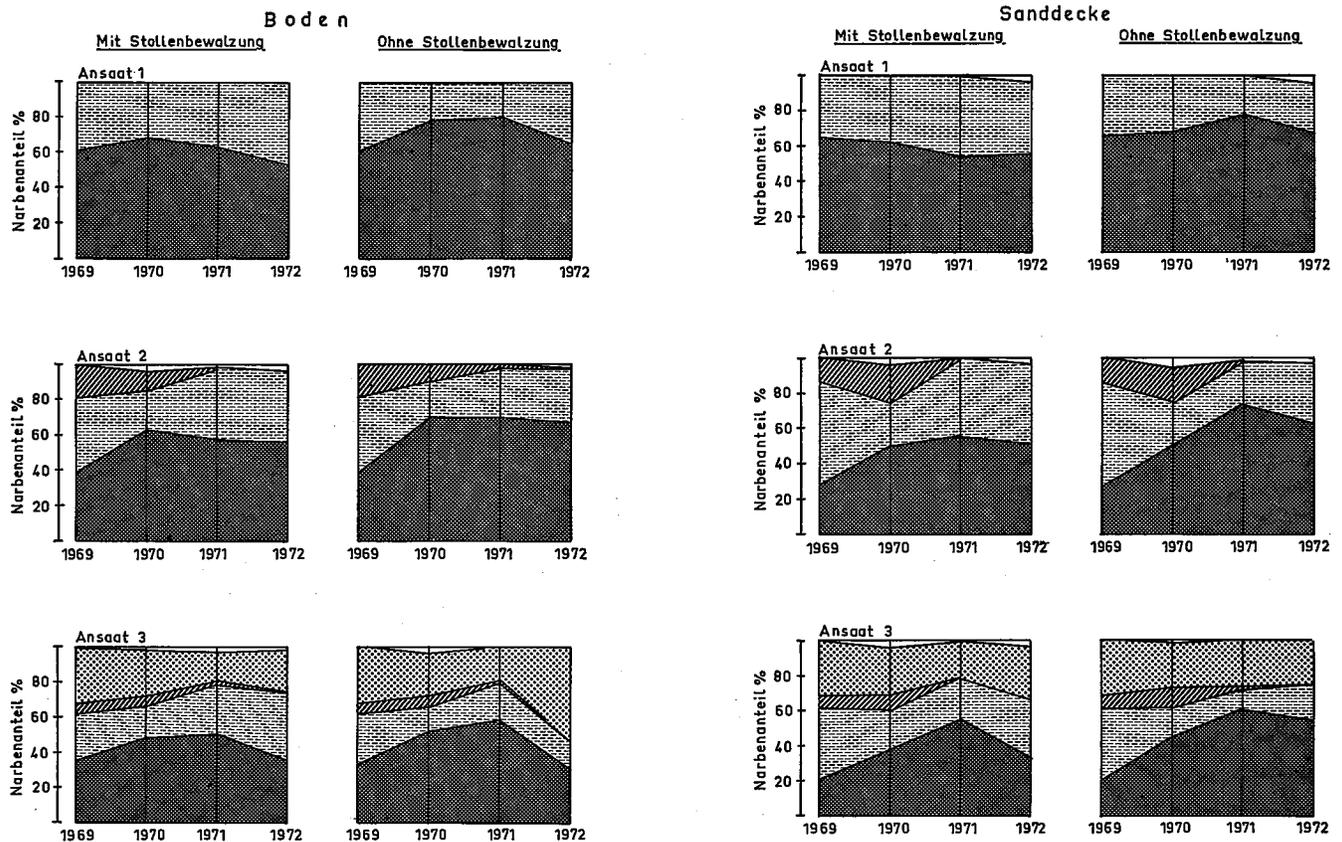
So liegt der Anteil an beiden Gräsern bei einer besser wasserspeichernden Dränschicht, z. B. Bims gegenüber Kies (Anlage 27. 4. 1972) sowie bei einer feinerdereichen Tragschicht gegenüber einer sehr groben, oberbodenlosen Tragschicht höher. Letzteres ist eine Erscheinung, die in Gießen bisher, besonders hinsichtlich *Phleum pratense*, bei allen Versuchen mit Vegetationsschichten beobachtet wurde, die zum Vergleich Oberbodenparzellen enthielten.

Diese Aussage gilt, wenn die verschiedenen Aufbauten die gleiche Beregnungswassermenge erhalten. Eine regelmäßige Beregnung dieser Ansaaten auf durchlässigen Tragschichten zu Welkebeginn der Rasendecke dürfte, mit Ausnahme der unberegneten gebliebenen Ansaat vom 6. 8. 1970, im Zusammenwirken mit einer bei 20 bis 25 g/m² N noch nicht überhöhten N-Gabe überhaupt zur Beibehaltung eines angemessenen Anteils an *Phleum pratense* und *Cynosurus cristatus* beigetragen haben. Das könnte die Annahme der guten Beregnungseffektivität durchlässig zusammengesetzter Rasentragschichten bestätigen.

3.3. Sportfeldansaaten unter Stollenbelastung

Unterschiede in der mechanischen Belastbarkeit der einzelnen Rasengräser, die im allgemeinen mit „Trittfestigkeit“ bezeichnet wird, sind bekannt. Erste systematische Vergleiche auf experimenteller Grundlage wurden von VOS (1968) vorgenommen. Danach gingen von den einzelnen mit *Lolium perenne* gemischt ausgesäten Arten nach anfänglich hohen Bestandsanteilen durch 2jähriges Bespielen vor allem *Agrostis tenuis* und *Festuca ovina*, aber auch *Festuca rubra* stark und *Poa pratensis* in Grenzen zurück, während der Anteil an *Lolium*

Darst. 9: Bestandsausbildung von Sportfeldansaaten mit und ohne Stollenbewalzung (Standort: Leihgestern b. Giessen)



perenne, besonders aber bei Einwanderung von Fremdarten, in allen Ansaaten zunahm. Innerhalb der Reaktion der Arten traten allerdings große Sortenunterschiede auf.

Diese systematisch erarbeitete Reaktionsweise einzelner Gräser deckt sich mit der Veränderung mehr komplex zusammengesetzter Mischungen, die ebenfalls von VOS (1968) und in einer umfangreichen Versuchsreihe neuerdings von v. d. HORST und KAMP (1974) untersucht wurde. Daraus geht generell eine z.T. starke Erhöhung des Anteils an *Lolium perenne* durch mechanische Belastung hervor, die den Anteil anderer Gräser, je nach Belastungstoleranz, reduzierte. Im einzelnen hängt die Bestandsveränderung von der Konstellation der Ansaatmischung ab.

Ähnliche Ergebnisse wurden in den letzten Jahren auch unter den anders gearteten ökologischen Bedingungen des Gießener Versuchsstandortes gewonnen.

So geht bereits aus Darstellung 8, Versuchsanlage 6. 8. 1970, eine Veränderung der Zusammensetzung der Rasendecke auf Kosten von *Festuca rubra* und zugunsten von *Poa pratensis* hervor. Ebenso kann eine Vergrößerung des Anteils an *Lolium perenne* durch Stollenbelastung auch unter dem für diese Grasart weniger günstigen Versuchsstandort bestätigt werden. Die in Darstellung 9 an 3 Ansaaten einer umfangreichen Versuchsanlage beispielhaft dargestellten Ergebnisse zeigen, daß die Zunahme von *Lolium perenne* in der Rasennarbe, sowohl bei Boden als auch auf einer Sanddecke, hier im wesentlichen auf Kosten von *Poa pratensis* eingetreten ist. Das ohnehin geringfügige Eindringen von Fremdarten weist dagegen keine Unterschiede zwischen den Belastungsstufen auf. Dies kann einerseits auf den relativ späten Beginn der Stollenbewalzung 14 Monate nach der Ansaat zurückgeführt werden, andererseits auf die Einwirkung von Trockenjahren, in denen dieser Versuch, trotz z.T. starker Welkeanzeichen, ohne Beregnung blieb. Dadurch wurde alljährlich auflaufendes *Poa annua* in Trockenperioden wieder vernichtet. Ebenso aber wurde *Cynurus cristatus* in den Ansaaten 2 und 3 schon im trockenen Ansaatjahr 1969 in seiner Entwicklung behindert.

Neben diesen in Darstellung 9 zusammengefaßten Ergebnissen von Mischungsansaaten mit *Lolium perenne* war der Versuchsauswertung bei Stollenbewalzung ferner eine Verringerung

des Anteils an *Phleum pratense*-King, *Phleum nodosum*-S50 und *Festuca rubra*-Novorubra, Oase sowie Topie in Ansaatmischungen mit *Poa pratensis*-Merion zu entnehmen, dessen Anteil dann entsprechend ansteigt. Bei allen Ansaaten trat durch Stollenbelastung aber eine Beeinträchtigung der Narbendichte ein (Tab. 3).

Tabelle 3:

Narbendichte (i. %) von Sportfeldansaaten – Ansaat 1969 (Versuchsstandort Leihgestern b. Giessen)

Ansaat	1969		1970			
	Boden	Sanddecke	Boden bew. unbew.		Sanddecke bew. unbew.	
1	98	95	95	90	90	85
2	98	95	100	90	93	98
3	98	95	98	98	98	98
	1971		1972			
	Boden bew. unbew.	Sanddecke bew. unbew.	Boden bew. unbew.		Sanddecke bew. unbew.	
	90	85	88	87	95	88
	85	78	95	90	95	88
	88	75	80	90	90	90

bew. = stollenbewalzt, unbew. = nicht stollenbewalzt

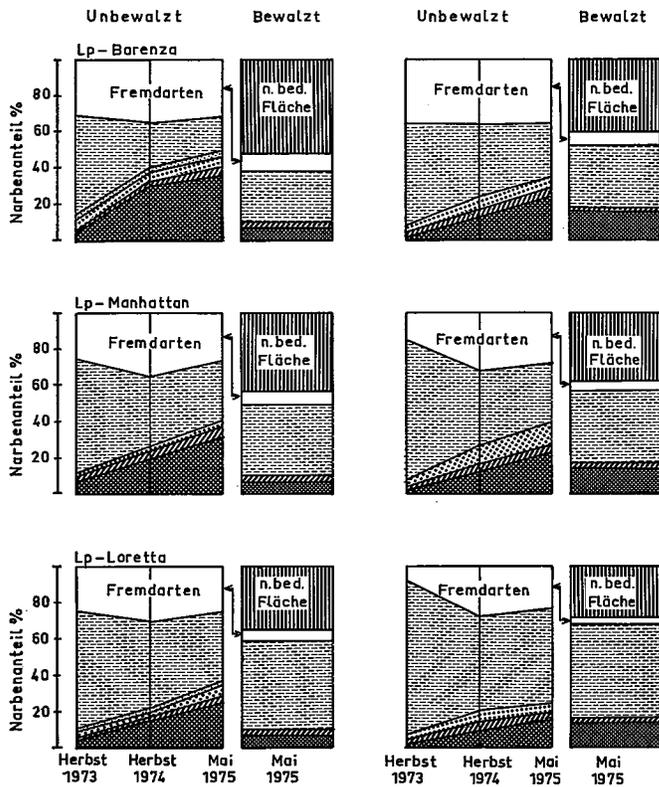
Angesichts der Anteilsförderung von *Lolium perenne* bei Stollenbewalzung ergibt sich schließlich die Frage nach möglichen Sortenunterschieden. Hierzu liegen inzwischen Ergebnisse aus einer Versuchsanlage des Jahres 1973 vor, in der 3 Sorten von *Lolium perenne* – Barenza, Manhattan, Loretta – in der gleichen Aussaatmischung ausgetauscht wurden. Diese Sorten unterscheiden sich in Zuwachsraten (Tab. 4) und Narbendichte.

Bei diesem Versuch wurde die Stollenbewalzung bereits im Herbst des Ansaatjahres mit 2 Walzgängen pro Woche aufgenommen und im zweiten Winter verdoppelt. Dadurch trat im Zusammenwirken mit 2 frostfreien Wintern hier von Anfang an eine beträchtliche Störung der Rasendecke ein. Sie kommt im Mittel des in 2 N-Stufen und 2 Bodenherrichtungen differenzierten Versuches durch eine bis zum Ende des ersten Winters stark verringerte Narbendichte zum Ausdruck, die bei der Mischung mit Barenza nur noch 60%, bei Manhattan

Darst. 10: Zusammensetzung einer Sportfeldansaat mit verschiedenen Sorten von *Lolium perenne*
(Aussaart: April 1973; Standort: Leihgestern b. Giessen)

Boden

Sanddecke



Anmerkung: n. bed. Fläche = nicht pflanzenbedeckte Fläche

Tabelle 4:

	Rasenzuwachs (in cm) von Sportfeldansaat im Ansaatjahr (1973)				
	1. Reinsaat Merion	2. Ansaat ohne <i>L. perenne</i>	3. Ansaaten mit <i>L. perenne</i> -Sorten		
			Barenza	Manhattan	Loretta
N-Stufe 1 (15 g N/m ²)					
Boden	32,6	35,1	55,9	45,8	40,6
Sanddecke (3 x 1 cm)	40,0	46,6	72,2	63,5	51,5
N-Stufe 2 (30 g N/m ²)					
Boden	32,7	37,0	60,0	48,7	42,8
Sanddecke (3 x 1 cm)	46,4	49,7	77,2	65,6	56,7
Ansaat ohne <i>L. perenne</i>:		Ansaat mit <i>L. perenne</i>:			
70 % <i>Poa prat.</i> -Merion		25 % <i>L. perenne</i>			
20 % <i>Cyn. crist.</i> -Credo		45 % <i>P. prat.</i> -Merion			
5 % <i>Ph. prat.</i> -Pastremo		15 % <i>F. rubra</i> -Koket			
5 % <i>Ph. nod.</i> -S50		10 % <i>Cyn. crist.</i> -Credo			
		5 % <i>Ph. prat.</i> -Pastremo			

64 % und bei Loretta 72 % betrug. Über den zweiten Versuchswinter hat sich die Narbendichte, bei gleicher Sortenrelation, weiter verringert und gleichzeitig haben sich erhebliche Sortendifferenzen im Narbenanteil ergeben, die in erster Linie allerdings die unbelastete Teilerie betreffen (Darst. 10).

So hat sich der Anteil an *Lolium perenne* bei „Unbewalzt“ von einer Anfangsdominanz von 55 bzw. 64 und 67 % bei Barenza, Manhattan und Loretta auf anstehendem Boden sowie von 54 bzw. 75 und 83 % auf Sanddecke innerhalb von 2 Versuchsjahren auf 20, 30 und 38 % für Barenza, Manhattan und Loretta auf Boden und auf 25, 28 und 50 % auf Sanddecke verringert, während *Poa pratensis* entsprechend zunahm. Die Narbendichte beträgt bei allen Versuchsgliedern 100 % (Darst. 10).

Bei der durch Stollenbewalzung belasteten Teilerie bestehen dagegen nicht nur sortenabhängige Unterschiede in der Narbendichte, sondern es hat sich durchweg auch eine *Lolium*-

Dominanz erhalten, die allerdings Sortenunterschiede, besonders zugunsten von Loretta, erkennen läßt. Ferner ist bei Stollenbewalzung der nicht berechneten Versuchsanlage eine deutliche Verringerung des überwiegend aus *Poa annua* bestehenden Fremdartenanteils eingetreten, während der Anteil an *Poa pratensis* bei aufgebrachtter Sanddecke höher liegt.

Für die extremen Belastungsverhältnisse winterbespielter Rasensportplätze ist primär allerdings entscheidend, daß die Rasendichte im Interesse einer genügenden Regeneration bei kumulativem Verschleiß des „Spielfeldbelags Rasendecke“ über Winter nicht zu stark verringert wird. Diesbezüglich hat sich die Ansaat mit *Lolium perenne*-Loretta in diesem Versuch als am vorteilhaftesten erwiesen.

4. Diskussion der Ergebnisse

Betrachtet man die Ergebnisse der Versuche mit Sportfeldansaat unter verschiedenen Versuchsbedingungen aus zusammenfassender Sicht, so bestätigt sich zunächst der für *Lolium perenne* eingangs dargestellte Rhythmus der Bestandsbildung. Er trat, da es sich um charakteristische Wachstums- und Entwicklungseigenschaften dieser Grasart handelt, bei allen Standorten in Erscheinung, war in seiner quantitativen Ausprägung aber verschieden. Dies betrifft besonders den auf eine Anfangsdominanz folgenden Anteilsrückgang, der in Gießen und Rinn, ursächlich verschieden, am größten war. Bei beiden Standorten handelt es sich allerdings um Extreme. Insgesamt ist zu berücksichtigen, daß die Mehrzahl der Versuche mit einem herkömmlichen Weidetyp von *Lolium perenne* durchgeführt wurde. Erste Versuche mit neuen Rasentypen zeigen jedoch, daß der typische Anteilrhythmus auf nicht belasteten Versuchsflächen in binnenländischen Lagen ebenfalls auftritt, wenn auch in anderer quantitativer Ausprägung. Eindeutig geht aus den Versuchen von Berlin und Gießen der Einfluß von Beregnung hervor, der den Anteil von *Lolium perenne* minderte. Dies kann zusammen mit den Beobachtungen im Trockensommer 1973 als Zeichen der guten Trockenheitsresistenz von *Lolium perenne* gewertet werden (SKIRDE, 1973). Ebenso eindeutig ist die Zunahme des Bestandsanteils in Mischungsansaat unter mechanischer Belastung, bei der sich *Lolium perenne* gegenüber anderen bekannten Rasengräsern am strapazierfähigsten erwies. Dabei bestehen allerdings Sortenunterschiede, die in Zukunft im Blick auf weitere Mischungsvereinfachungen noch differenzierter zu untersuchen sind, zumal sich die Frage ergibt, ob durch mechanische Belastung die ungenügende Persistenz einzelner, selbst neuer Sorten von *Lolium perenne* ausgeglichen werden kann. Es hat sich am Standort Gießen das Bild eines Versuchs mit Reinsaat von *Poa pratensis*-Merion und *Lolium perenne*-Manhattan sowie deren Gemischen ohne Stollenbewalzung und ohne Beregnung nämlich derart gewandelt, daß die anfänglich stark mit *Poa annua* durchsetzte Reinsaat von *Poa pratensis* nach 4 Versuchsjahren weniger *Poa annua* als die anfänglich fremdartenreinere Reinsaat von Manhattan sowie die Gemische von Manhattan und Merion aufwies (Tab. 5). In einem anderen Versuch ist Manhattan in Reinsaat und Mischungen nach eineinhalbjähriger intensiver Bewalzung über Sommer und Winter noch gut persistent und wenig von *Poa annua* durchsetzt, Merion hingegen in Narbendichte und Narbendichte stark gestört.

Poa pratensis nahm, wenn man von der Konkurrenz in *Lolium*-Mischungen absieht, in Gießen und Darmstadt sowie in Berlin ohne Beregnung von Anbeginn relativ hohe Bestandsanteile ein. Aber auch bei den übrigen Standorten, mit Ausnahme von Rinn, ist die Ausprägung einer *Poa pratensis*-Dominanz, selbst in Ansaaten mit *Lolium perenne*, unverkennbar. Daraus läßt sich die grundsätzliche Bedeutung dieses Grasses für alle binnenländischen Standorte, außer Höhenlagen, ablesen. Die Minderung des Bestandsanteils von *Poa pratensis* in Ansaaten mit *Lolium perenne* unter Bewalzung fällt für alleinige Sommerbenutzung von Sportflächen sicher weniger ins Gewicht. Für Winterspielbetrieb aber ist das Verhalten neuer Rasensorten von *Lolium perenne* in Gemischen mit solchen neuen Sorten von *Poa pratensis* unter Stollenbelastung zu überprüfen, die infolge besserer Winterfarbe bzw. weniger ausgeprägter Winterruhe eine bessere Winterbelastbarkeit aufweisen. Solche Sorten sind beispielsweise Parade und Emundi.

Tabelle 5:

Auftreten von <i>Poa annua</i> in Ansaaten mit <i>Lolium perenne</i> -Manhattan ohne Stollenbelastung Ansaat 31. 8. 1971		
Ansaat	Narbenzusammensetzung in %	
	Mai 1972	Mai 1975
1. Reinsaat <i>P. prat.</i>-Merion		
% Merion	47	75
% <i>Poa annua</i>	53	25
2. Reinsaat <i>L. per.</i>-Manhattan		
% Manhattan	85	30
% <i>Poa annua</i>	15	70
3. 20 % Manhattan 80 % Merion		
% Merion	12	50
% Manhattan	58	15
% <i>Poa annua</i>	30	35
4. 30 % Manhattan 70 % Merion		
% Merion	8	35
% Manhattan	64	20
% <i>Poa annua</i>	28	40
5. 40 % Manhattan 60 % Merion		
% Merion	4	30
% Manhattan	78	20
% <i>Poa annua</i>	18	50
6. 50 % Manhattan 50 % Merion		
% Merion	4	30
% Manhattan	78	30
% <i>Poa annua</i>	18	40
Saatmenge: Reinsaat <i>Poa pratensis</i> -Merion		8 g/m ²
Reinsaat <i>Lolium perenne</i> -Manhattan		15 g/m ²
Mischungen		12 g/m ²

Bei *Phleum pratense* liegt ein sicherer Einfluß des Standortes nicht vor. Dennoch deutet sich am Beispiel der feuchten Versuchsstelle Heidelberg, der positiven Reaktion auf Beregnung in Berlin sowie der höheren Bestandsanteile bei besser wasserspeichernden Bodenaufbauten in Gießen eine fördernde Einwirkung günstigerer Wasserversorgung an. Dies mag auch der Grund für den Anstieg des Bestandsanteils von *Phleum pratense* in älteren Gießener Ansaaten auf 20 bis 40 % seit Beginn des etwas feuchteren Jahres 1974 sein. Zuvor war sein Prozentsatz in den meisten Ansaaten auf etwa 10 % gesunken, und diesen Anteil vermochte *Phleum pratense* auch nur durch Einlegen von Sommerruhe in Trocken- und Hitzeperioden zu bewahren.

Andererseits geht aus Gießener Düngungsversuchen hervor, daß der Anteil an *Phleum pratense* in Ansaaten mit *Poa pratensis* und *Festuca rubra* – langfristig gesehen – bei physiologisch alkalischer Düngung steigt, während er bei physiologisch saurer Düngung abfällt, wodurch sich der Prozentsatz von *Poa pratensis* und *Festuca rubra* erhöht. Dies sind durch Düngung veränderte Konkurrenzverhältnisse, die bei Ansaaten aus *Poa pratensis*, *Festuca rubra* und *Agrostis* infolge anderer Reihung derartiger Einflüsse auch zu anderen Bestandsausbildungen führen müssen (Opitz von BOBERFELD, 1974).

Eine Förderung durch alkalische Düngung bzw. Reduktion durch physiologisch saure Düngung tritt ebenfalls bei *Cynosurus cristatus* ein, so daß sich im Zusammenwirken mit *Phleum pratense* die Balance in der Rasennarbe, und zwar auf Kosten von *Poa pratensis*, ändert.

Standörtlich gesehen wirkt sich die Feuchtigkeitsversorgung, einschließlich Beregnung, erhöhend auf den Bestandsanteil an *Cynosurus cristatus* aus, wie dies am Standort Heidelberg sowie bei Beregnung in Berlin zum Ausdruck kommt. In Rinn dürften optimale Feuchtigkeitsverhältnisse und Höhenlage die absolute *Cynosurus*-Dominanz bestimmen, während sich in Poppenburg der anteilsfördernde Einfluß einer weniger intensiven Rasenpflege zeigt. Demgegenüber ist in Gießen in süd-exponierter Versuchsfeldlage wiederholt eine geringe Trockenheitsverträglichkeit von *Cynosurus cristatus* beobachtet worden. Dennoch besitzt dieses Gras, zusammen mit *Phleum pratense*, für *Lolium perenne* freie Ansaaten eine nicht zu unterschätzende Bedeutung als Starthilfe für *Poa pratensis*, da es selbst bei anfänglich höheren Anteilen eine harmonische

Bestandsumbildung zugunsten von *Poa pratensis* ohne Narbenauflockerung zuläßt und da beide Gräser auch eine ähnliche Zuwachsrates aufweisen.

Rotschwengel, *Festuca rubra*, gehört zu den nicht trittfesten Arten und scheidet bei starker Stollenbelastung weitestgehend aus der Rasennarbe aus. Er stört in geringeren Anteilen in der Rasennarbe nicht und kann deshalb als preisgünstiger Füller in Ansaatmischungen aufgenommen werden. In der ökologischen Versuchsreihe gewann *Festuca rubra* in Darmstadt, trotz intensiver Pflege, die höchsten Bestandsanteile, gefolgt von Rinn und Berlin. Demnach macht sich ein Einfluß leichter Böden, ähnlich wie bei sandreichen Tragschichten, bemerkbar, wo der Rotschwengelanteil ohne Belastung in den späteren Versuchsjahren zunimmt, ferner liegt eine Wirkung der Höhenlage vor.

Zusammenfassung

Es wird über das bestandsanalytische Verhalten von Sportfeldansaaten auf verschiedenen Versuchsstandorten, auf verschiedenen Bodenaufbauten und unter Stollenbewalzung berichtet.

Mit Ausnahme des voralpinen Standortes Rinn b. Innsbruck weisen alle Versuchsstellen einen Trend zu *Poa pratensis*-Dominanz auf. Unterschiede hängen mit der Ansaatmischung, der Pflege und dem Standort zusammen. Höhere N-Düngung förderte und Beregnung minderte durch Schaffung anderer Konkurrenzverhältnisse den Anteil an *Poa pratensis*. *Lolium perenne* zeigte an allen Standorten das typische Verhalten mit Anfangsdominanz und späterem starken Anteilsrückgang. Sortenunterschiede bestehen zugunsten der neuen Rasensorten. Ferner lag der Prozentsatz an *Lolium perenne* ohne Bewässerung und besonders bei Stollenbewalzung höher.

Phleum pratense erreichte größere Bestandsanteile bei Beregnung bzw. auf feuchten Standorten oder besser wasserspeichernden Bodenaufbauten. Ein angemessener Anteil von *Cynosurus cristatus* in der Rasennarbe hängt ebenfalls von genügender Wasserversorgung, insbesondere aber von einer nicht zu hohen N-Düngung sowie von der Höhenlage ab. Der Höhenstandort Rinn weist eine absolute Dominanz an *Cynosurus cristatus* auf.

Festuca rubra erreichte höhere Anteile auf Sandböden bzw. auf sandreichen Vegetationsschichten sowie in Höhenlagen.

Summary

The article deals with the sward analytical reaction of turf mixtures for sport grounds on different experimental locations, on different soil constructions and when subjected to the impact of a spike roller.

With the exception of the experimental field at Rinn near Innsbruck in the Lower Alps, all the locations showed a tendency towards dominance of *Poa pratensis*. The difference in effect depended on seed mixture, maintenance and location. Higher nitrogen application resulted in a higher proportion of *Poa pratensis*, however irrigation in a lower proportion, due to a different basis for competition.

Lolium perenne developed on all sites in the typical manner, i.e. a dominance at first, followed by a sharp proportional decrease later on. The varieties differ, with the newer turf varieties faring better. There was a higher percentage of *Lolium perenne* on non-irrigated plots, in particular on plots where the spike roller had been used.

Irrigated plots, moist soils or layers with a higher water capacity showed a higher proportion of *Phleum pratense*. An adequate proportion of *Cynosurus cristatus* in the turf sward will only be guaranteed if there is a good water supply, if not too much nitrogen is applied and at higher altitudes. In the experimental field at Rinn *Cynosurus cristatus* dominates absolutely.

Higher proportions of *Festuca rubra* were observed on sandy soils, on particularly sandy vegetation layers and on higher altitudes.

Literatur

1. BEYENBURG-WEIDENFELD, W., 1958: Über die Wirkung der Saatzeit auf die Entwicklung einiger Gräser. Diss. Bonn.
2. van der HORST, J. P., u. H. A. KAMP, 1974: Stickstoffdüngung und Belastbarkeit von Rasenflächen. RASEN-TURF-GAZON 5, 77-86.
3. LIDDLE, M. J., 1975: A selective Review of the ecological effects of human trampling on natural ecosystems. Biol. Conserv. 7, 17-36.
4. OPITZ von BOBERFELD, W., 1974: Die botanische Zusammensetzung der Rasennarben auf der Internationalen Gartenbauausstellung in Wien 1974. RASEN-TURF-GAZON 5, 98-100.
5. SHILDRICK, J. P., 1973: Trials of perennial ryegrass and timothy cultivars, 1972-3. J. Sports Turf Res. Inst. 49, 66-102.
6. SKIRDE, W., 1967: Rasengräser und Rasenbilder in der Landschaft. Rasen und Rasengräser 1, 15-27.

7. SKIRDE, W., 1967: Ergebnisse eines Versuches mit verschiedenen Saatmengen und Saatzeiten von Rasengräsern. Rasen und Rasengräser 1, 28-44.
8. SKIRDE, W., 1969: Rasenbild und Narbenbewurzelung in Abhängigkeit von Mischung, Schnitt und Düngung. Rasen und Rasengräser 4, 12-25.
9. SKIRDE, W., 1973: Rasenbeobachtungen in dem extremen Trockenjahr 1973. RASEN-TURF-GAZON 4, 77-81.
10. SKIRDE, W., 1974: Rasen im Grünflächen- und Landschaftsbau. RASEN-TURF-GAZON 5, 30-34.
11. SKIRDE, W., 1974: Einführung in DIN 18 917 „Landschaftsbau – Rasen“. Das Gartenamt 23, 265-271.
12. VOS, H., 1968: Sportfeldmischungen und Züchtungsfragen in Holland. Rasen und Rasengräser 3, 24-33.
13. WETZEL, M., 1966: Das Deutsche Weidelgras (Lolium perenne L.) auf Marschweiden. Das wirtschaftseigene Futter 12, 185-200.

DIN 18915 – Landschaftsbau – Bodenarbeiten für vegetations-technische Zwecke

A. Niesel, Osnabrück

A. Arbeitsbereiche des Landschaftsbaus

Bei der Neubearbeitung von DIN 18 320 – Landschaftsbauarbeiten und der Ausarbeitung der damit zusammenhängenden Fachnormen des Landschaftsbaus DIN 18 915 bis 18 920 wurde der neue Begriff Vegetationstechnik geprägt.

War es bisher üblich, alle Arbeiten des Landschaftsbaus unter dem Sammelbegriff „Technik“ zusammenzufassen, so wird jetzt unterschieden in den allgemeinen Bereich der Bautechnik und den speziellen Bereich der Vegetationstechnik.

1. **Bautechnik** ist ausgerichtet auf die Erstellung eines Bauwerkes aus den verschiedensten toten Materialien. Darunter fallen u. a. Bodenmodellierungen, Entwässerungs- und Wegebauarbeiten, Treppen, Mauern aus Beton, Kunst- oder Natursteinen, Wasseranlagen, Pergolen, Zaunarbeiten und Sportplatzbau, für die es häufig besondere Technische Vorschriften im Rahmen des Normenwerkes gibt. (Abb. 1 rechts)

2. Unter **Vegetationstechnik** werden alle technischen Verfahren und Bauweisen zur Begründung, Entwicklung und Erhaltung von Vegetation verstanden. Da hierbei der lebende Baustoff Pflanze im Mittelpunkt steht, und ein fertiges Bauwerk im Sinne der üblichen Bautechnik mit einem definierten Endzustand nicht erstellt werden kann, umfaßt die Vegetationstechnik Leistungen mit unterschiedlichen Zielrichtungen. (Abb. 1 links)

2.1 Vegetationstechnik zur Begründung von Vegetation

Zu diesem Bereich gehören Bodenarbeiten, Pflanzarbeiten, Rasen und Sicherungsbauweisen.

Bodenarbeiten für vegetations-technische Zwecke (DIN 18 915)

Voraussetzung zur Begründung und Erhaltung von Vegetation sind durchwurzelbare Boden- und Substratschichten. Bodenarbeiten, die der Herstellung, Aufbereitung oder Verbesserung derartiger Boden- und Substratschichten dienen, sind deshalb als Bestandteil der Vegetationstechnik in DIN 18 915 genormt und scharf abgegrenzt gegenüber Erdarbeiten für bautechnische Zwecke, für die DIN 18 300 gilt.

Pflanzarbeiten (DIN 18916)

In dieser Norm werden neben Festlegungen über die Beschaffenheit von Pflanzen alle Leistungen geregelt, die bis zur Herstellung eines abnahmefähigen Zustandes erforderlich sind. Das sind vor allem Fragen der Lagerung, des Einschlags, der Pflanzung selbst und zuletzt der Fertigstellungspflege im Rahmen der Baumaßnahme.

Rasensarbeiten (DIN 18 917)

Sie dienen der flächenhaften Begründung von Vegetation. Es werden Rasentypen und dazugehörige Regelsaatgutmischungen definiert. Weiter werden alle Leistungen geregelt, die als Baumaßnahme bis zur Erreichung eines abnahmefähigen Zustandes erforderlich sind. Auch hier spielt die Fertigstellungspflege eine besondere Rolle.

Sicherungsbauweisen (DIN 18 918)

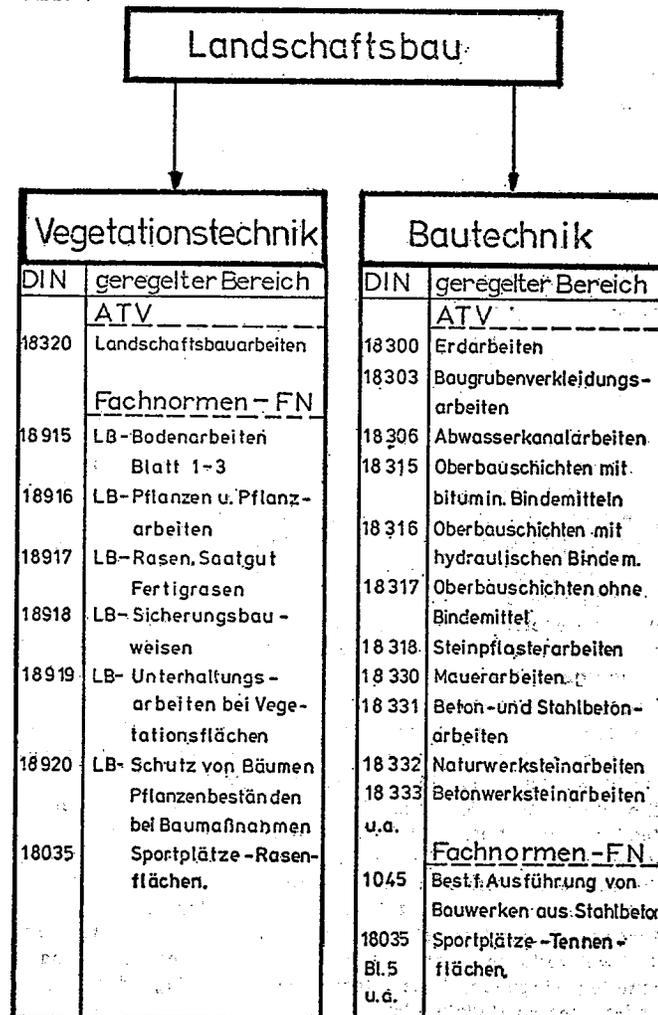
Sicherungsbauweisen durch Saatverfahren, mit lebenden Pflan-

zen und Pflanzenteilen sowie nicht lebenden Stoffen dienen der Verhinderung von Erosionen, Rutschungen und Gesteinsabgang sowie zur Begrünung von Flächen, die durch natürliche Einflüsse oder technische Maßnahmen von Oberboden entblößt sind. Hierunter sind auch Bodenschüttungen sowie Industrie- und Müllhalden einzuordnen.

2.2 Vegetationstechnik zur Entwicklung und Erhaltung von Vegetation

In diesem Bereich gehören die Unterhaltungsarbeiten sowie Maßnahmen zum Schutz von Bäumen, Vegetationsflächen und Pflanzenbeständen bei Baumaßnahmen.

Abb. 1



Unterhaltungsarbeiten (DIN 18 919)

An die Fertigstellungspflege, die mit der Abnahme der Baumaßnahme endet, schließen sich die Unterhaltungsarbeiten an, die in den ersten Jahren auf die **Entwicklung** der Vegetation ausgerichtet sind. Nach Erreichen eines entsprechenden Entwicklungszustandes muß dann durch Pflegemaßnahmen die **Funktion der Vegetation erhalten werden**, so z. B. die Erhaltung einer geschlossenen Narbe zum Erosionsschutz, Erhaltung trittfester Rasennarben auf Spiel- und Sportrasenflächen oder Erhaltung der Schutzwirkung (Sichtschutz, Windschutz) oder Zierwirkung von Pflanzungen.

Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen (DIN 18 920)

Unsere Vegetation ist durch Baumaßnahmen des Hoch- und Tiefbaus besonders gefährdet. In dieser Norm ist festgelegt, welche Vorsichtsmaßnahmen und Schutzzeineinrichtungen bei Bauarbeiten zur Vermeidung von Schäden an Pflanzen erforderlich sind.

B. Bodenarbeiten für vegetationstechnische Zwecke

Bodenarbeiten für vegetationstechnische Zwecke nach DIN 18 915 umfassen alle Leistungen, die zur Vorbereitung und weiteren Behandlung eines Standortes erforderlich sind, auf dem Vegetation angesiedelt und weiterentwickelt werden soll. Die in dieser Norm aufgestellten Regeln sind bei allen vegetationstechnischen Leistungen zu beachten, also auch bei Rasen- und Pflanzarbeiten, bei Unterhaltungsarbeiten, Sicherungsbauweisen und Schutzmaßnahmen zur Erhaltung von Bäumen, Vegetationsflächen und Pflanzenbeständen bei Baumaßnahmen.

Bezeichnung der Schichten

Im Bereich der Vegetationstechnik werden unterschieden:

- a) **Vegetationsschicht** = oberste durchwurzelbare Schicht. Nach der Art der Nutzung werden weiter unterschieden:
 - aa) **belastbare Vegetationsschicht** = durch Befahren, Bespielen oder Begehen stark mechanisch beanspruchte Vegetationsschicht (Abb. 2)
 - ab) **unbelastete Vegetationsschicht** = mechanisch nicht belastete Vegetationsschicht für Zierrasen, Stauden, Gehölze und Bäume (Abb. 2)
- b) **Dränschicht** = Schicht zwischen Vegetationsschicht und wasserundurchlässigem Baugrund zur vertikalen Ableitung des Sickerwassers.
- c) **Filterschicht** = Schicht zwischen Dränschicht und Vegetationsschicht, bzw. Dränschicht und Baugrund, die durch ihre Kornzusammensetzung das Eindringen bindiger Teile in die Dränschicht verhindert.
- d) **Baugrund** = anstehender oder aufgetragener Boden unter der Vegetationsschicht, Dränschicht oder Filterschicht.

Vegetationsschicht

Der Begriff Vegetationsschicht löst den alten Begriff „Mutterbodenschicht“ ab, da dieser einengt auf den Mutterboden als Substrat für durchwurzelbare Bodenschichten. Die Tendenz zu künstlichen Substraten, die in ihrer Zusammensetzung den Bedürfnissen angepaßt werden können, nimmt vor allem bei Dachgärten und Spiel- und Sportrasenflächen zu. Dieser Tatsache wird der weitergefaßte Begriff „Vegetationsschicht“ gerechter, der zunächst offen läßt, woraus diese Schicht besteht. Vegetationsschicht im Sinne dieser Norm können sein:

- a) vorhandener Oberboden (Mutterboden)
- b) angefahrener Oberboden
- c) aufbereiteter Oberboden – angefahren oder vorhanden –
- d) Substrate und Gemische verschiedenster organischer und anorganischer Stoffe

Oberboden / Unterboden

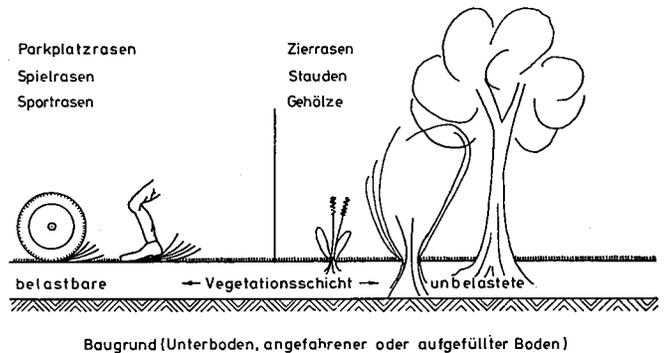
Die Bearbeitung der Normen des Landschaftsbaus brachte es mit sich, daß die Begriffe auf internationalen Standard gebracht wurden. Deshalb trat das Wort „Mutterboden“ gegenüber dem international üblichen Begriff „top soil = Oberboden“ zurück. Oberboden ist jetzt wie folgt definiert: „Oberboden ist die oberste Schicht des durch physikalische, chemische und biologische Vorgänge entstandenen Bodens“. Nicht mehr enthalten ist in dieser Definition die bisherige Aussage „besonders reich an Lebewesen“, da es hierfür kein Nachweisverfahren gibt. In Normen können aber nur prüfbare Kriterien eingehen. Unter dem Oberboden liegt der **Unterboden**, der so definiert ist:

„Unterboden ist die unter dem Oberboden liegende verwiterte Bodenschicht, die durch entsprechende Maßnahmen auch für Vegetationsschichten verwendbar gemacht werden kann.“ Damit ist der „belebte Boden“ nicht mehr in die Neufassung eingegangen, da es auch für ihn kein prüfbares Kriterium gibt.

Klassifizierung von Oberboden

Nach DIN 18 915, Blatt 2, Abs. 1.1 ist Oberboden zu klassifizieren. Böden werden bisher nur nach DIN 18 300 klassifiziert. Die Einstufung erfolgt dort hinsichtlich Eigenschaften und Zustand für das Bearbeiten in 7 Klassen, wobei der Zustand zum Zeitpunkt des Lösens maßgebend ist. Bodenklasse 1 nach DIN 18 300 ist der Oberboden, obwohl er als Baustoff keineswegs einheitlich ist. Dieses unterschiedliche Verhalten ist für den Erdbauer, der den Boden mit großen Baumaschinen löst und bewegt, unerheblich, wenn die oberste Bodenschicht als Baustoff für ein Erdbauwerk verwendet werden oder als störende Bodenart beseitigt werden soll. Für den Landschaftsbauer, der eine Vegetationsfläche mit oft erheblich kleineren Geräten für Pflanzung und Saat vorbereiten muß, spielen der Gehalt an bindigen Bestandteilen, das plastische Verhalten, der Feuchtezustand und der Gehalt an Steinen schon vom mechanischen Widerstand her eine große Rolle. Außerdem ist der Körnungsaufbau eines Bodens entscheidend für seine vegetationstechnische Eignung und sein Verhalten während und nach seiner Verarbeitung. Eine differenziertere Ansprache eines Oberbodens war deshalb notwendig geworden. Das geschieht jetzt durch eine Klassifizierung in **10 Bodengruppen**. Maßgebend für die Einordnung in eine dieser Bodengruppen ist die Korngrößenverteilung eines Bodens. Anhand dieser Korngrößenverteilung werden festgestellt:

Abb. 2 Vegetationsschichten



Tab. 1 Bodengruppen nach DIN 18 915

Bodengruppe	Bezeichnung	Korn-Anteile Gew.-%		Größtkorn d mm
		d < 0,02 mm	d > 20 mm	
1	Organischer Boden	—	—	—
2	Nichtbindiger Boden	≤ 10	≤ 10	50
3	Nichtbindiger, steiniger Boden	≤ 10	≤ 30	200
4	Schwach bindiger Boden	> 10 bis ≤ 20	≤ 10	50
5	Schwach bindiger steiniger Boden	> 10 bis ≤ 20	≤ 30	200
6	Bindiger Boden	> 20 bis ≤ 40	≤ 10	50
7	Bindiger, steiniger Boden	> 20 bis ≤ 40	≤ 30	200
8	Stark bindiger Boden	> 40	≤ 10	50
9	Stark bindiger, steiniger Boden	> 40	≤ 30	200
10	Stark steinige Böden, leichter und schwerer Fels	—	> 30	—

Abb. 3 Bodengruppen 2 u. 3

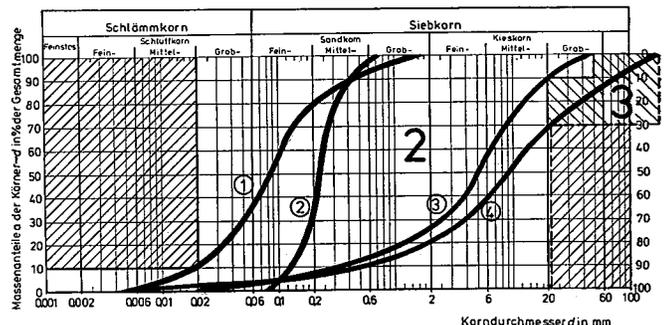


Abb. 4 Bodengruppen 4 u. 5

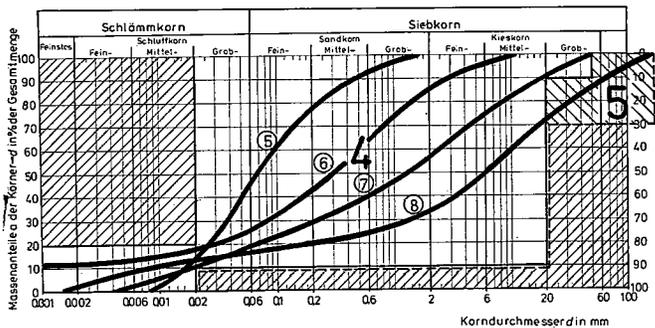


Abb. 5 Bodengruppen 6 u. 7

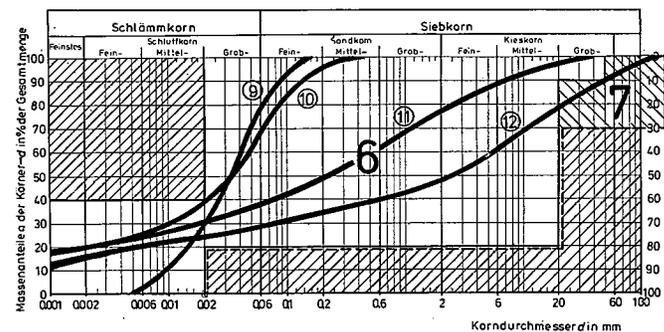


Abb. 6 Bodengruppen 8 u. 9

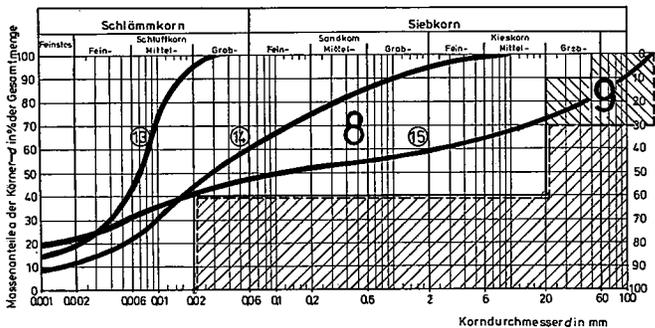
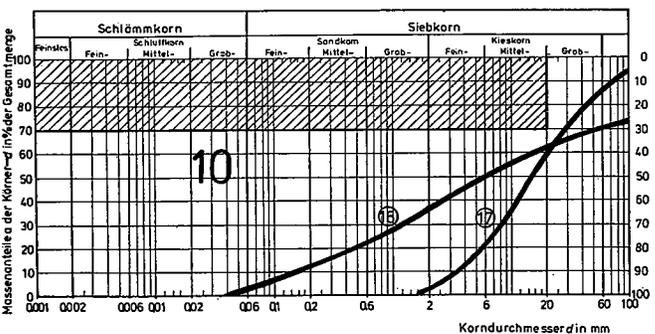


Abb. 7 Bodengruppe 10



- a) der Anteil der Körner kleiner als 0,02 mm
 - b) der Anteil der Körner größer als 20 mm
 - c) das Größtkorn mit den Grenzwerten 50 und 200 mm
- In Tab. 1 sind die Grenzwerte für die einzelnen Bodengruppen angegeben. In den Abb. 3–7 werden Arbeitshilfen angeboten für die Einordnung von Böden anhand vorliegender Kornverteilungslinien. Die Bereiche, in denen sich eine Körnungslinie einer Bodengruppe bewegen darf, sind unschraffiert. Der Bereich für ungerade Bodengruppen, die jeweils steinige Böden betreffen, sind mit einer gestrichelten Linie begrenzt.

Voraussetzung für diese Klassifizierung sind also Sieb- und Schlämmanalysen, die in einem Labor durchzuführen sind. Diese und noch andere bodenphysikalische Untersuchungen werden bei größeren Bauvorhaben ebenso selbstverständlich

Tab. 2 Natürliche Bodenvorkommen als Beispiel für Bodengruppen

Bodengruppe	Natürliche Vorkommen als Beispiele
1	Faulschlamm, Hochmoortorf, Mudde, Niedermoortorf
2	Beckensand, Dünen sand, Moränensand, Strand sand, Talsand, Terrassensand, Verwitterungssand
3	Fluß- und Strandkies, Hangschutt, Moränenkies, Terrassenschotter, Verwitterungskies
4	Anlehmiger Sand, Hochflutlehm, Kalksand, Löß, Sandlöß, Tuffsand
5	Anlehmiger Sand, Hangschutt, Kalksand, lehmiger Kies, lehmiger Schotter
6	Auelehm, Geschiebelehm, Geschiebemergel, lehmiger Sand, sandiger Lehm
7	Geschiebelehm, Geschiebemergel, Hangschutt, lehmiger Kies und Schotter, Verwitterungskies
8	Beckenschluff, Beckenton, Juraton, Keupermergel, Klei, Lößlehm, Marsch, Schlick, Seeton, Septarienton
9	Hangschutt, Kies und Schotter der Bodengruppe 8

vorgenommen werden müssen, wie Baugrunduntersuchungen oder statische Berechnungen im Hoch- und Tiefbau, um das richtige Bauverfahren und erforderliche Bodenverbesserungen besser abschätzen und ausschreiben zu können. DIN 18 915 fordert deshalb: „Zu Beginn der Planung einer vegetations-technischen Baumaßnahme ist zu klären, ob die Beschaffenheit des zur Verwendung vorgesehenen Bodens und die sonstigen Verhältnisse, wie z. B. Grundwasserstand, für die vorgesehene Vegetation und die beabsichtigte Form der Nutzung geeignet sind oder ob gegebenenfalls Verbesserungen erforderlich sind“.

Für kleinere Bauvorhaben wird der Aufwand für bodenphysikalische Untersuchungen jedoch in keinem Verhältnis zu ihrem Nutzen stehen. Deshalb führt die Norm aus: „In der Regel werden dabei von den genannten Prüfungen die Felduntersuchungen ausreichend sein“.

Vergleiche mit natürlichen Vorkommen

Hilfreich für die Ansprache und Einordnung von Oberböden in eine der 10 Bodengruppen kann die Aufzählung von natürlichen Vorkommen sein, die als Beispiele für jede Bodengruppe in Abschnitt 5 genannt sind. In Tab. 2 sind diese Beispiele aufgeführt.

Feldversuche

Weitere Möglichkeiten zur Ansprache und Klassifizierung von Oberböden bieten die Feldversuche nach DIN 4022 und 18 196. In ihnen werden visuelle und manuelle Verfahren erläutert, die grobe Hinweise auf die Zusammensetzung eines Bodens geben. Visuelle Verfahren sind die Korngrößensprache und die Farbsprache, manuelle Verfahren sind der Trockenfestigungsversuch, Schüttelversuch, Knetversuch, Reibeversuch und Schneideversuch.

Bezeichnung der Bodengruppen in Leistungsverzeichnissen

Die Bodengruppen setzen der Bearbeitung einen unterschiedlichen Widerstand entgegen und beeinflussen die erzielbare Leistung auf Grund ihres Gehaltes an bindigen oder steinigen Teilen ganz erheblich. Während Böden der Bodengruppe 2 praktisch zu jeder Zeit bearbeitet werden können, beschränkt sich die zur Verfügung stehende Zeit für einen Boden der Bodengruppe 8 unter Umständen auf wenige Stunden oder

Tage im Jahr. Die zur Herstellung eines Feinplanums benötigte Zeit kann bei solchen Böden in einem Verhältnis 1:4 stehen. Zur Beurteilung der für eine ausgeschriebene Leistung erforderlichen Zeit muß deshalb die für das Bauvorhaben zutreffende Bodengruppe des Oberbodens im Text eines Leistungsverzeichnisses enthalten sein, wie das nachstehende Beispiel zeigt:

- Pos. 10 Vegetationsflächen lockern
Steine und Fremdkörper ab 5 cm Durchmesser,
Unkraut und schwer verrottbare Pflanzenteile
ablesen und zur Abfuhr auf meßbare Haufen setzen.
Bodengruppe 4 nach DIN 18 915
Tiefe der Lockerung ca. 20 cm
Art der Lockerung: Fräsen
Abrechnung nach bearbeiteter Fläche 1000 m²

Weitere Bewertungsverfahren

Neben der Klassifizierung und Bewertung eines Bodens anhand der Korngrößenverteilung, die direkte Schlüsse auf die vegetationstechnische Eignung und Rückschlüsse auf den Holraumgehalt, die plastischen Eigenschaften und die Wasserdurchlässigkeit zuläßt, werden in DIN 18 915 noch weitere Bewertungsverfahren aufgeführt.

Plastische Eigenschaften und Konsistenz
Die Feststellung der plastischen Eigenschaften eines bindigen Bodens ist die nächstwichtige Prüfung. Hierbei werden die Fließgrenze und die Ausrollgrenze und aus ihnen die Plastizitätszahl eines Bodens ermittelt. Aus diesen Werten läßt sich zusammen mit dem natürlichen Wassergehalt zum Zeitpunkt der Prüfung die **Konsistenz** eines Bodens, ausgedrückt durch die Konsistenzzahl I_c , ermitteln. Diese wiederum gibt Auskunft darüber, ob ein Boden mit dem augenblicklichen Wassergehalt bewegbar oder bearbeitbar ist. Bindige Böden dürfen nach den Festlegungen der Norm nämlich nur bewegt werden bei Wassergehalten, die dem Wassergehalt bei der Ausrollgrenze entsprechen oder darunter liegen.

Wasserdurchlässigkeit

An die Wasserdurchlässigkeit eines Bodens werden besonders bei vorgesehener mechanischer Belastung durch Tritt oder Fahren hohe Anforderungen gestellt (Spiel-, Sport- oder Parkplatzrasen). Geprüft wird die Sinkgeschwindigkeit einer Wassersäule auf einer gesättigten Bodenprobe bestimmter Dichte in cm/s.

Grundwasserstand

Kenntnisse über die Höhe des Grundwasserstandes sind vor allem für die Pflanzenauswahl wichtig. Hoher Grundwasserstand beeinflusst und beeinträchtigt jedoch auch die Tragfähigkeit von Vegetationsschichten, für die eine mechanische Belastung vorgesehen ist.

Gehalt an organischer Substanz

Organische Substanz beeinflusst das Bodenleben und läßt Rückschlüsse auf die Wasserspeicherfähigkeit zu.

Bodenreaktion

Von der Bodenreaktion sind abhängig die Pflanzenwahl, die Gefügestabilität von Mineralböden, die Verwitterung der anorganischen Bodenbestandteile, die Mineralisierung der organischen Substanz und die Verfügbarkeit einzelner Nährstoffe.

Nährstoffgehalt

Die Bestimmung des Nährstoffgehaltes ist für den Landschaftsbau von untergeordneter Bedeutung, da in der Regel der für das Pflanzenwachstum besonders wichtige Stickstoff in nicht ausreichender Menge vorhanden ist und gezielte Düngungen wegen der Vielfalt der verwendeten Pflanzen unwirtschaftlich sind bei Phosphor und Kali. In der Regel wird mit einer Start- und Vorratsdüngung gearbeitet in Form einer Volldüngung.

Festlegung in DIN 18 915

1. Korngrößenverteilung

Für belastbare Vegetationsflächen soll der Gehalt an Teilen $d \leq 0,02$ mm weniger als 20 % und der Gehalt an Teilen $d \leq 0,002$ mm weniger als 10 % betragen.

2. Plastische Eigenschaften und Konsistenz

Böden der Bodengruppen 4 und 5 dürfen nur bei einer Konsistenzzahl $I_c \geq 0,75$ bearbeitet werden, Böden der Bodengruppen 6–9 dürfen nur bei einer Konsistenzzahl $I_c \geq 1,0$ bearbeitet werden.

3. Wasserdurchlässigkeit

Die Wasserdurchlässigkeit soll betragen bei

- a) belastbaren Vegetationsschichten $K^* \text{ mod} > 0,001$ cm/s
- b) Drän- und Filterschichten $K^* \text{ mod} > 0,01$ cm/s

4. Grundwasserstand

Unter belastbaren Vegetationsflächen darf der Grundwasserstand nicht höher als 60 cm unter der Geländeoberfläche liegen.

5. Gehalt an organischen Bestandteilen

Bei belastbaren Vegetationsschichten soll der Gehalt an Organischen Substanzen 5 Gew % nicht überschreiten.

6. Bodenverbesserungsstoffe

Bodenverbesserungsstoffe dürfen nicht enthalten
pflanzenschädliche Bestandteile
pflanzenschädliche Abbauprodukte
bei Verwendung für Sportanlagen, Freibäder, Liege- und Spielwiesen
scharfkantige Bestandteile
unhygienische Stoffe

7. Abräumen des Baufeldes

- a) Herausnahme und Pflanzung wiederverwendbaren Aufwuchses nur während der Wachstumsruhe
- b) Zerkleinerung und möglichst getrennter Abhub von Pflanzendecken, die nicht wieder verwendet werden sollen
- c) Nichtverwertbarer Aufwuchs ist einschließlich der Hauptwurzeln unter Schonung des benachbarten Bestandes zu roden
- d) Ungeeignete Bodenarten sind bis mindestens 30 cm Tiefe auszutauschen
- e) Störende Stoffe, pflanzenschädliche Stoffe und verseuchter Boden sind zu entfernen
- f) Bauwerksreste sind bis 50 cm Tiefe zu entfernen

8. Bodenabtrag und -Lagerung

Oberboden ist von allen Bau- und Baubetriebsflächen abzutragen und seitlich des Baubetriebes geordnet zu lagern.

9. Einbau der Bodenschichten

- a) Oberboden und Materialien für Drän- und Filterschichten müssen für den Verwendungszweck geeignet sein
- b) Schichtstärken (Regelwerte)
Vegetationsschicht für Rasen : 5–15 cm
Vegetationsschicht für Gehölze
und Stauden : 25–40 cm
Dränschicht (Porenvolumen 30 l/m²) : 10 cm
Filterschicht : 5 cm
- c) Abweichung von Planhöhen für Baugrund, Dränschicht und Filterschicht zulässig bis 25 % der Dicke der darüberliegenden Schicht, höchstens 5 cm
- d) Planumsgenauigkeit ist vom Ausschreibenden festzulegen

10. Bodenlockerung

Bodenlockerung muß die gesamte Schichtstärke erfassen. Lockerung des Unterbodens mindestens 20 cm.

11. Bodenvorbereitung für besondere Standorte

- a) Parkplatzrasenflächen: 20–25 cm Schottergerüst, Hohlräume verfüllen und Oberfläche 0,5–2 cm abdecken mit Boden für belastbare Flächen.
- b) Rasenpflaster: Fugen und Aussparungen verfüllen mit Boden für belastbare Vegetationsflächen.
- c) Vegetationsflächen auf Bauwerken: Aufbau aus Filterschicht, Dränschicht und Vegetationsschicht und bei Bedarf als Übergang zwischen den Schichten Filterschicht oder Filtervlies.

12. Bodenpflege

Mechanische Beseitigung des Unkrautes im Abstand von 4 Wochen bis zur Pflanzung oder Ansaat. Bei längeren Fristen und besonders bei erosionsgefährdeten Flächen Zwischenbegrünung.

13. Start- und Vorratsdüngung

Für Pflanzung und Rasen 10/10/15 g Rein-N/P/K für Landschaftsrasen 5/ 5/7,5 g Rein-N/P/K

14. Bodenverbesserung

Bodenverbesserungsstoffe sind in gleichmäßiger Vermischung in vorgesehener Tiefe einzuarbeiten.

15. Verunreinigung von Oberboden

Oberboden darf nicht verunreinigt werden oder verunreinigt sein. Verunreinigungen sind

15.1 **Tote Stoffe** wie Bauwerksreste, Baurückstände, Metallgegenstände, Glas, Scherben, Schlacken, Asche, Mineralöle, Chemikalien, schwer zersetzbare Pflanzenreste und Pflanzenteile

15.2 **lebende Pflanzen** oder vermehrungsfähige Pflanzenteile von Dauerunkräutern, ausgenommen Samen. Als Dauerunkräuter im Sinne der Norm gelten in der Regel:

Quecke (*Agropyron repens*)
Huflattich (*Tussilage farfara*)
Ackerwinde (*Convolvulus arvensis*)
Giersch
Geißfuß (*Aegopodium podagraria*)
Ampferarten (*Rumex*)
Gelbkresse (*Rorippa sylvestris*)

Diese Dauerunkräuter sind in der Regel mit bloßem Auge zu erkennen und könnten ausgelesen werden. Das kann in manchen Gegenden einen unbezahlbaren Aufwand bedeuten. Wo nur stark verunkrauteter Oberboden zur Verfügung steht, sollte geprüft werden, ob es nicht sinnvoller ist, Unterboden für vegetationstechnische Zwecke aufzubereiten.

Literatur:

DIN 18 915
Niesel — Arbeitsblätter — Bauingenieurwesen des Landschaftsbaus — Neue Landschaft

Zusammenfassung

Nach einem Überblick über die neuen Normen des Landschaftsbaus zu den Bereichen Pflanzarbeiten, Rasenarbeiten, Sicherungsbauweisen,

Unterhaltungsarbeiten sowie Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen (DIN 18 916 — 18 920) wird auf DIN 18 915 — Landschaftsbau — Bodenarbeiten für vegetationstechnische Zwecke eingegangen. Oberboden (Mutterboden), der für vegetationstechnische Zwecke verwendet werden soll, muß nach dieser Norm klassifiziert werden. Dafür sind 10 Bodengruppen definiert. Diese Bodengruppen sind Ausgangspunkt für Beurteilung und Wertung eines Oberbodens in Bezug auf seine vegetationstechnische Eignung. Es werden dann die weiteren Bewertungsverfahren aufgezeichnet und die Regeln vorgestellt, die seit Veröffentlichung dieser Norm bei allen Bodenarbeiten für vegetationstechnische Zwecke beachtet werden müssen.

Summary

The article provides information on the new standards applied in landscape management in the fields of planting, turf cultivation, fortification work, maintenance work, the protection of trees, of plant growth, and of vegetation, in building projects (DIN 18 916 — 18 920). This is followed by details of DIN 18 915 — landscape management — soil movement for vegetation technical purposes. Top soil (native soil) which is used for vegetation technical purposes must be classified by these standards. A total of ten soil standards was defined, by which the top soils are judged and valued as to their suitability for vegetation technical purposes.

The other evaluation procedures are also elaborated as well as the regulations which must be observed since this standard was developed, when soil is moved for vegetation technical purposes.

Mitteilungen

Fachgebiet Rasenforschung des Fachbereichs Umweltsicherung der Justus Liebig-Universität, 63 Gießen, Schloßgasse 7 / Brandplatz

1. Internationale Kontakte

In den ersten Monaten des Jahres 1975 trafen in Gießen wiederum eine Reihe ausländischer Besucher zu fachspezifischen und wissenschaftlichen Diskussionen und Besichtigungen ein.

Am 4. Februar informierte sich R. BROWALL aus Falköping/Schweden, über Gießener Arbeiten mit *Poa supina* und die Möglichkeit der Fertigrasenproduktion dieser niedrigwachsenden, dichtrasigen, zartgrünen Grasart.

Am 19. Februar befanden sich 4 Bauingenieure der Abteilung Grünflächen des Belgischen Ministeriums für öffentliche Bauten in Brüssel sowie des Technischen Dienstes der Provinzregierung von Namur in Gießen, um Gespräche über „Rasensportplatzbau“ zu führen.

Am 30. April waren Dr. M. LIDDLE vom Institut für terrestrische Ökologie aus Abbots Ripton Huntingdon/England, und Dr. S. W. van der PLOEG von der Universität Amsterdam in Gießen. Dieser Besuch galt der Information über Forschungsgebiete innerhalb der Rasenforschung.

Am 9. Mai orientierte sich Dr. F. LEDEBOER, Bound Brook/USA, Sekretär der International Turfgrass Society, über Forschungsarbeiten und Forschungsziele des Fachgebiets Rasenforschung.

Am 3. Juni besichtigte Professor S. ZIENICKI vom Institut für Bodenmelioration der Landwirtschaftlichen Hochschule Lublin Begrünungsobjekte im Rahmen des Problembereichs „Landschaftsschäden und ihre Beseitigung“ im nordhessischen Braunkohlegebiet sowie an der BAB Kassel-Dortmund.

Am 9. und 10. Juni wurde eine mit „Rasensportplatzbau“ befaßte Arbeitsgruppe Wageningen Institute zu ausführlichen Gesprächen und Besichtigungen über Bodenaufbau von Rasensportflächen erwartet. Beteiligt waren Vertreter des Instituts für Bodenkartierung, des Instituts für Kulturtechnik und Wasserhaushalt sowie des Instituts für Biologisch-chemische Untersuchungen.

Weitere Besucher kamen aus der Schweiz und Belgien.

2. VIII. Internationales Rasenkolloquium

Das diesjährige VIII. Internationale Rasenkolloquium findet in der Zeit vom 11. bis 13. September in Gießen statt. Es gliedert sich in einen Referatenteil, in eine ganztägige Exkursion sowie in eine Besichtigung des Rasenversuchsfeldes Leihgestern. Zu diesem fachwissenschaftlichen Kolloquium ergehen persönliche Einladungen. —

Während des Referatenteiles werden folgende Themen behandelt:

W. SKIRDE, Gießen:

Rasensportflächen aus spielsaisonaler und ökologischer Sicht.
J. G. C. van DAM, Wageningen:
Bodenkartierung für Sportanlagen.

S. ANDERSON, Uppsala:

Kornabstufung und Volumengewicht beim Aufbau von Rasensportflächen.

I. L. M. van WIJK, Wageningen:

Beziehungen zwischen bodenphysikalischen Eigenschaften und Beseitigbarkeit von Rasensportflächen.

R. MOESCH, Zofingen:

Be- und Entwässerung von Rasenflächen nach dem Cell-system.

B. BOURGOIN, Lusignan:

Verhalten von Rasengräserarten und -sorten unter Tritteinwirkung.

P. BOSKOVIC, Novi Sad:

Bedeutung einiger Wurzeleigenschaften von Gräsern für Sportplatz-, Park- und Begrünungsrasen.

W. VERSTEEG, Arnhem:

Bekämpfung von *Poa annua* in Rasenflächen.

H. HILLER, Berlin:

Rasenprobleme in öffentlichen Grünanlagen, dargestellt am Beispiel Humboldthain, Berlin-Wedding.

F. BURES, Brunn:

Verhalten von Ansaatmischungen mit Rasenzuchtsorten in Südmähren.

Ch. LEYER, Gießen:

Begrünungsstandorte und Begrünungsbestände an der BAB Sauerlandlinie Gießen-Siegen.

L. KÖCK, Rinn-Innsbruck:

Pflanzenbestände von Skipisten in verschiedener Höhenlage.

3. Lehrveranstaltungen an der Justus Liebig-Universität

Unter der Bezeichnung „Begrünungen und Grünflächen“ werden an der Universität Gießen im Rahmen des Zusatzfaches „Landschaftsentwicklung“ seit dem Sommersemester 1974 Vorlesungen gehalten, die sich mit der Ökophysiologie der Rasengräser, der Herstellung von Rasen- und Begrünungsflächen sowie deren funktioneller Erhaltung befassen.

Die gleiche Thematik liegt u. a. auch einer zusammen mit dem Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung aufgenommenen Exkursionsreihe über „Wohlstandswirkungen der Landschaft und Landschaftsentwicklung“ zugrunde, die für Studenten der Agrarwissenschaften und der Geographie veranstaltet wird.

4. Betreuung des Faches „Rasenbau“ an der Fachhochschule Wiesbaden-Geisenheim

Seit einigen Jahren schön nimmt AOR Dr. W. SKIRDE Lehrveranstaltungen im Studiengang „Landespflege“ der Fachhochschule Wiesbaden-Geisenheim wahr. Nachdem das Fach „Rasenbau“ zunächst als Wahlveranstaltung angeboten wurde, ist dieses Lehrgebiet nunmehr zu einem Pflichtfach erhoben worden. Es gliedert sich in eine Vorlesung und in ein 2-tägiges Praktikum, das für das Sommersemester 1975 am 23. und 24. Mai auf dem Rasenversuchsfeld Leihgestern b. Gießen stattfand. Daran nahmen 28 Studenten teil.

**Aus der Arbeit der Deutschen Rasengesellschaft e.V.
Bonn, Kölner Straße 142–148, Tel.: 0 22 21 / 37 68 78**

REPORT

Internationaler Rasenkongreß 1977 in Deutschland!

Der 3. internationale Rasenkongreß wird 1977 stattfinden. Nachdem bisher England und die USA gastgebende Länder waren, entschied die International Turf Grass Society 1973, die 3. Veranstaltung dieser Art in Deutschland durchzuführen.

Für die Durchführung des 3. Internationalen Rasenkongresses 1977 verantwortlich ist Professor Dr. Peter Boeker, Direktor des Institutes für Pflanzenbau in Bonn und Vorsitzender der Deutschen Rasengesellschaft e.V.

Professor Dr. Boeker wurde von den Mitgliedern der International-Turf Grass Society zum Präsidenten dieser Gesellschaft für 4 Jahre gewählt. Sein Stellvertreter ist Vizepräsident van der Horst, Holland.

Vorbereitet wird der internationale Kongreß von einem Organisationskomitee, bestehend aus Experten des In- und Auslandes.

Das Organisationskomitee trat am 20. März 1975 in Bonn zum ersten Male zusammen, um über den Termin der Tagung zu entscheiden und darüber hinaus den Ablauf sowie den Rahmen grundsätzlich festzulegen.

Dem Sitzungsprotokoll zufolge wird der Hauptkongreß vom 10. bis 14. Juli 1977 in München stattfinden.

In einer Vorkongreßreise, die vom 3. bis 10. Juli 1977 geplant und hauptsächlich für ausländische Teilnehmer vorgesehen ist, bietet sich Gelegenheit zur umfassenden Information über die Probleme des Rasens in Deutschland. Von der Vorkongreßreise voraussichtlich berührt werden u. a. die Städte Köln, Bonn, Betzdorf, Gießen, Frankfurt, Darmstadt, Ludwigshafen, Stuttgart, Würzburg, Regensburg, Freising und München.

Eine Nachkongreßreise vom 14. bis 26. Juli 1977 wird durch die Schweiz und Frankreich führen. Hierbei sollen Rasenprobleme im alpinen Raum, im Mittelmeergebiet und in den maritimen Regionen Frankreichs studiert werden; die Reise endet voraussichtlich in Paris.

Die endgültige Ankündigung und eine Angabe der ungefähren Kosten ist für Ende 1975 zu erwarten.

H. Weber

Lesen Sie bitte weiter auf Seite X

**Jetzt
Grassamen
Fertigrasen
Erosionsschutz-
Rasenmatten
Rollrasen**

Angebote, Informationen,
Beratung bitte anfordern

**Düsing
rasen**

465 Gelsenkirchen-Horst
Essener Straße 39 Postfach 6
Tel. 02322/50045 FS 824618

RASEN
TURF | GAZON

Anzeigenpreise

It. Anzeigenpreisliste Nr. 3 vom 15. 1. 1975

1/1 Seite	DM 600,—	260 mm hoch,	180 mm breit
1/2 Seite	DM 300,—	260 mm hoch, 128 mm hoch,	85 mm breit 85 mm breit
1/4 Seite	DM 150,—	260 mm hoch, 128 mm hoch, 63 mm hoch,	42 mm breit 180 mm breit 180 mm breit
1/8 Seite	DM 75,—	128 mm hoch, 63 mm hoch, 31 mm hoch,	42 mm breit 85 mm breit 180 mm breit
1/16 Seite	DM 37,50	63 mm hoch, 31 mm hoch, 15 mm hoch,	42 mm breit 85 mm breit 180 mm breit

HORTUS VERLAG GMBH · 53 BONN - BAD GODESBERG 1
Postfach 550 Telefon: (0 22 21) 35 30 30

VIII. Internationales Rasenkolloquium in Gießen

11. bis 13. September 1975

Zum diesjährigen VIII. Internationalen Rasenkolloquium, das in der Zeit vom 11. bis 13. September 1975 in Gießen durchgeführt wurde, fanden sich 73 Teilnehmer aus 9 europäischen Ländern ein, und zwar aus Schweden, Finnland, Dänemark, Niederlande, Belgien, Frankreich, Schweiz, Österreich und der Bundesrepublik.

Wie in den Vorjahren bestand das Kolloquiumsprogramm aus einer Referatentagung, einer Exkursion und einer Versuchsfeldbesichtigung.

Die Referatentagung am 11. 9. 1975 fand im Senatssaal des Universitätshauptgebäudes der Justus Liebig-Universität statt. Im Mittelpunkt des diesjährigen Programms standen Grundlagen des Rasensportplatzbaues einschließlich Fragen der Belastbarkeit von Spielfeldaufbau und Rasendecke. Außerdem wurde über das Verhalten von Begrünungsansaaten an Autobahnböschungen und auf Skipisten berichtet.

Zu dieser Problematik referierten Fachvertreter aus den Niederlanden, Schweden, der Schweiz, Frankreich, Österreich und der Bundesrepublik.

Die beim VIII. Internationalen Rasenkolloquium in Gießen gehaltenen Referate werden in diesem Heft von RASEN-TURF-GAZON publiziert. Der Beitrag von Prof. Dr. S. ANDERSSON, Uppsala, über „Kornabstufung und Wasserbindung“ erscheint in Heft 4/1975 dieser Zeitschrift.

Im Rahmen einer ganztägigen Exkursion am 12. 9. 1975 wurde zunächst ein normgerechter Aufbau eines Rasensportplatzes mit Dränschicht aus Sand und einer Rasentragschicht ohne

Oberboden in Großen-Linden bei Gießen besichtigt. Die Notwendigkeit, auf Oberboden zu verzichten, ergab sich aus dem standörtlichen Vorhandensein zu schwerer, feinerreicher Böden, was einen Ausgleich durch Verwendung von Lavasand und Hygromull, neben Feinsand und Torf, erforderlich machte. Nächster Exkursionspunkt war die Hessische Forschungsanstalt für Weinbau, Gartenbau, Getränke-technologie und Landespflege in Geisenheim, wo Parkrasenflächen des Instituts für Gartenarchitektur und Landschaftspflege sowie Begrünungen unter alten Walnußanlagen des Instituts für Obstbau die Besichtigungsziele bildeten.

Von dort führte die Exkursionsroute, durch eine Rheindampferfahrt unterbrochen, zur BAB Koblenz – Mainz, wo Böschungsbegrünungen auf dem Programm standen sowie zu einem vor 2 Jahren hergestellten Bundeswehrrsportplatz in Neuwied.

Letztes Besichtigungsobjekt war eine Naturberasung in einer Rebanlage in Oberingelheim.

Bei der Besichtigung des Rasenversuchsfeldes in Leihgestern am 13. September 1975 wurde ein Ausschnitt aus dem Arbeitsprogramm des Fachgebiets Rasenforschung der Universität Gießen, insbesondere unter dem Aspekt der Herstellung und Erhaltung von Grünflächen und Begrünungen, demonstriert.

Das IX. Internationale Rasenkolloquium soll vom 8. bis 10. September 1976 in der Schweiz stattfinden.

W. Skirde



Abb. 1: Besichtigung von Begrünungsversuchen mit Regenerationsdüngung an der Bundesautobahn Koblenz – Mainz



Abb. 2: Besichtigung von Rasen- und Bodenaufbauversuchen auf dem Versuchsfeld Leihgestern bei Gießen

Rasensportflächen aus spielsaisonaler und ökologischer Sicht

W. Skirde, Gießen

Wenn man in Europa von Rasensportflächen oder Rasensportplätzen spricht, denkt man an Großspielfelder für Fußball, Hockey und gegebenenfalls Handball. Rasensportflächen dieser Art sind biologisch-technische, d. h. vegetationstechnische Bauwerke, die bestimmten Einflüssen und Wirkungen unterliegen und auch verschiedenartige, z. T. divergierende Anforderungen an Bau und Erhaltung stellen. Insbesondere bestehen bedeutende regionale Nutzungs- und Erhaltungsunterschiede, die es zur besseren sachlichen Verständigung sinnvoll erscheinen ließen, eingangs einige grundsätzliche Abweichungen darzustellen, die insbesondere die Spielsaison in Beziehung zur ökologischen Situation betreffen.

Bei Rasen handelt es sich ganz allgemein um eine Dauerkultur mit gestörtem Porensystem, die

einer **Zunahme**

- des Volumengewichts,
- der Temperaturleitfähigkeit,
- des mechanischen Widerstands gegen Durchwurzelung,
- der Wasserrückhaltung und

einer **Abnahme**

- der Porengröße,
- der Wasserinfiltration u. -perkulation sowie
- der Sauerstoffdiffusion

unterliegt. Um so mehr hängt die Funktionsfähigkeit einer Rasensportfläche von der baulichen Herstellung, dem Erhaltungszustand und der Benutzung selbst ab (Schema 1).

In diesem Wirkungsgefüge stellt die bauliche Herstellung die Grundlage dar, die zusammen mit den Erhaltungsmaßnahmen die Benutzbarkeit bestimmt. Ziel der baulichen Herstellung ist eine tragfähige Sportfläche mit einer belastbaren Rasendecke. Das setzt einerseits eine regulierte Abführung von überschüssigem Boden- und Niederschlagswasser durch Dränung und Wasserdurchlässigkeit voraus und bedingt zum anderen eine aus strapazierfähigen Gräsern bestehende Rasendecke auf

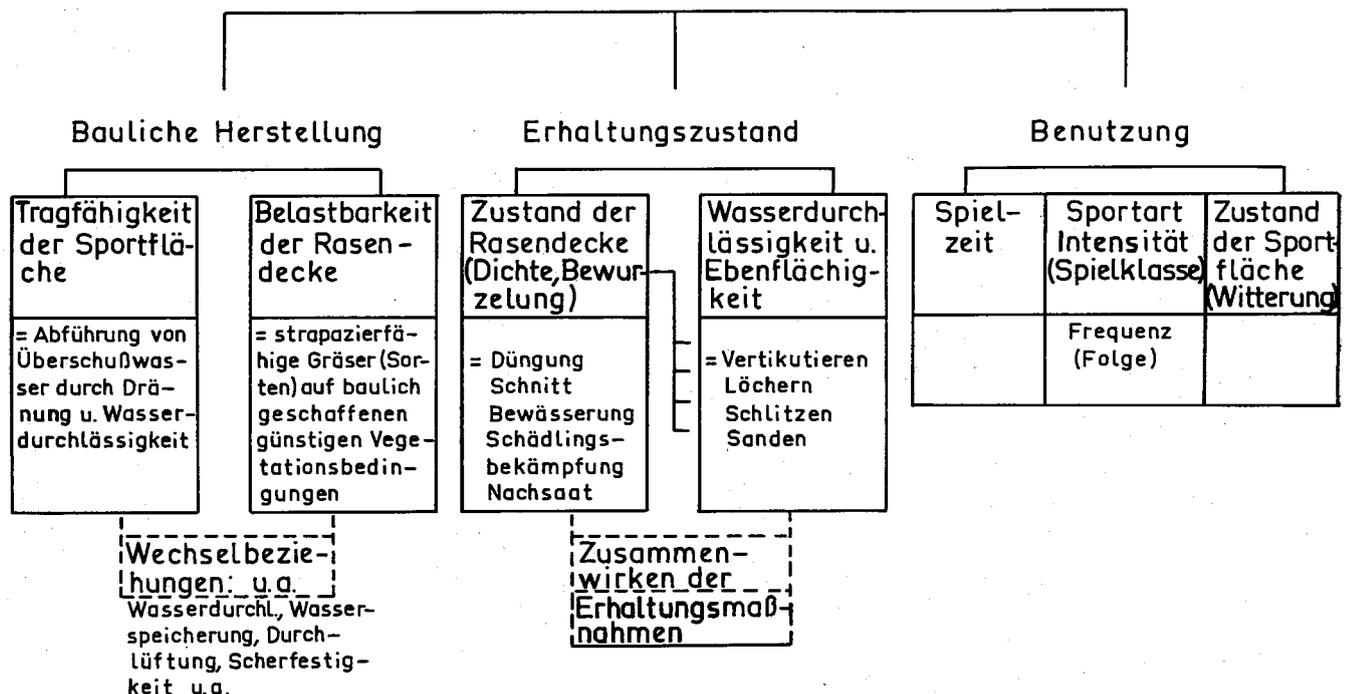
baulich geschaffenen günstigen Vegetationsbedingungen. Diese Anforderungen stehen in enger positiver und negativer Wechselbeziehung, insbesondere was den Grundwiderspruch von Wasserdurchlässigkeit und Wasserspeicherung anbetrifft. Der Erhaltungszustand der Rasensportfläche ergibt sich aus dem Zustand der Rasendecke, insbesondere ihrer Dichte und Wurzelregeneration sowie aus der Erhaltung von Wasserdurchlässigkeit und Ebenflächigkeit, wobei auch hier enge Zusammenhänge bestehen. Insbesondere die mechanischen Maßnahmen des Lößerns und Schlitzens wirken sich physiologisch günstig auf die Regeneration von Rasendecke und Rasenbewurzelung und damit auf die Scherfestigkeit der Sportfeldoberfläche aus.

Die Benutzung selbst ist eine Frage der Spielzeit, der Sportart sowie der Intensität und Frequenz mit der sie betrieben wird und schließlich des akuten Zustandes, in dem sich die Sportfläche unter den jeweiligen Witterungsbedingungen befindet. Mit höherem Verformungsgrad der Tragschicht, also bei eingeschränkter Tragfähigkeit, nimmt die Störung der Ebenflächigkeit bis zur Verursachung von Schäden zu.

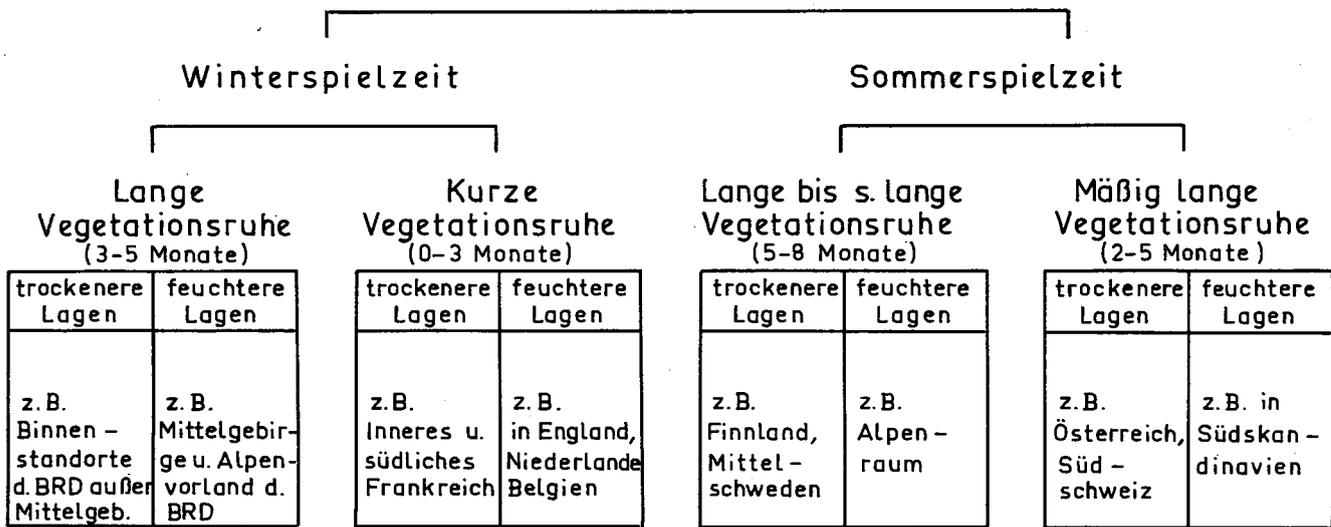
Tragfähigkeit und Benutzbarkeit von Rasensportflächen, worunter im wesentlichen Großspielfelder für Fußball und Hockey verstanden werden sollen, hängen zunächst von der **Spielzeit** ab (Schema 2). Hier sind als erstes die besonderen Bedingungen der Winterspielzeit – wie in England, den Niederlanden, Belgien, Frankreich und der Bundesrepublik – von denen der Sommerspielzeit – wie in Dänemark, Norwegen, Schweden, Finnland, Österreich und der Schweiz – zu trennen. Winterbetrieb auf Rasenspielfeldern aber ist widernatürlich, da die stärkste Belastung, mit Ausnahme bei Bodenfrost, zur Zeit der geringsten Tragfähigkeit der Sportfläche und der Vegetationsruhe der Rasendecke stattfindet. Leider ist die sachlich richtige Forderung von DAHLSSON (1975), die Vegetationszeit einer Rasensportfläche solle 30 Tage länger als die Spielzeit sein, angesichts der unvernünftigen Spielklassenbildung und Spielgestaltung für diese Bedingungen theoretisch und nicht realisierbar.

Schema 1:

Funktionsfähigkeit der Rasensportfläche



Schema 2:
Spielzeit
in Beziehung zu Standorteinwirkungen



- * **Trockenere Lage** = Unzureichende Niederschläge im Frühjahr u. Sommer bzw. grundwasserferner Boden
- * **Feuchtere Lage** = Ausreichende bis fast ausreichende Niederschläge im Frühjahr u. Sommer bzw. grundwassernahe Boden

Gegenüber Winterspielbetrieb erscheint Sommerspielbetrieb, in Deutschland beispielsweise bei Handball, wo keine größeren Schwierigkeiten bestehen, weitaus weniger problematisch, da die Sommerspielzeit endet, wenn bei Winterspielbetrieb die Probleme beginnen.

Bei Winterspielbetrieb – oder richtiger bei ganzjähriger Sportfeldbenutzung – beginnt die Spielzeit, z. B. in der Bundesrepublik, Anfang August und endet, durch eine kurze Winterpause zwischen Vor- und Rückrunde unterbrochen, etwa Ende Mai, wobei sich im Juni und Juli allerdings noch Pokal- und Freundschaftsspiele anschließen; in Jugoslawien und der CSSR fällt die Spielzeit nach Angaben von BOSKOVIC etwa in die Zeit von Ende August bis Mitte Dezember und von Anfang März bis Ende Juni. Bei Sommerspielbetrieb fängt die Spielzeit, z. B. in Dänemark, am 1. April an und endet, unterbrochen durch eine einmonatige Sommerpause, etwa Anfang November. Folglich sind bei Sommerspielbetrieb auch andere, einfachere bauliche Konzeptionen anwendbar, es sei denn, daß extrem hohe Sommerniederschläge in Höhenlagen ähnliche Bauweisen wie für Winterspielbetrieb erfordern. Dadurch entstehen innerhalb eines Landes schon grundverschiedene Situationen, z. B. die dominierende Bedeutung der Wasserabführung in weiten Teilen Tirols gegenüber dem Primat der Wasserversorgung im Raume Wiens.

Über die Spielzeit hinaus ist der Charakter der Wachstumsperiode entscheidend (Schema 3).

Eine Rasensportfläche wird um so stärker geschädigt und vermag sich um so schwerer zu regenerieren, je länger und intensiver die Rasendecke der Winterdormanz unterliegt. Hier bestehen zwischen dem maritimen Klimabereich mit im wesentlichen wintergrünem, z. T. winterwachsendem Rasen und dem kontinentalen bzw. borealen und alpinen Raum mit stark verkürzter Wachstumsperiode erhebliche Unterschiede. So beträgt die Vegetationsruhe beispielsweise in Deutschland 1 bis 5 Monate. Sie beeinträchtigt selbstverständlich auch die Rasenqualität unter den Bedingungen des Sommerspielbetriebs. Allerdings findet der Spielplan im Alpenraum und in Skandinavien durch die Schneedecke eine natürliche Begrenzung und der Spielbeginn wird von einem recht explosiven Frühjahrswachstum begleitet.

Unter Winterspielbedingungen wird die Erhaltung bzw. Wiederherstellung einer funktionsgerechten Rasensportfläche zu-

sätzlich durch Frühjahrs- und Sommertrockenheit erschwert, sei es durch trockene Witterung und/oder grundwasserferne Böden. Dadurch findet keine genügende natürliche Förderung des Regenerationswachstums im Frühjahr statt, auch die in Holland übliche Nachsaat über Winter stark geschädigter Sportfelder kann bei Trockenheit nicht sicher erfolgen und der Erhaltung der Rasendecke steht über Sommer ein hohes Niederschlagsdefizit, bis zu 250 mm, gegenüber. Beregnung ist zwar eine Lösung, doch kein vollständiger Ersatz für natürliche Wasserversorgung.

Unter diesen Bedingungen entstehen die größten Probleme, da rasche Wasserabführung im Winter einschließlich den Einwirkungen von Wechselfrost und Schneeschmelze bei ruhender Rasendecke mit der Forderung nach möglichst hoher Wasserspeicherung und geregelter Wasserversorgung im Sommer verbunden werden muß. Das ist eine Situation, die die meisten Gebiete der Bundesrepublik Deutschland kennzeichnet.

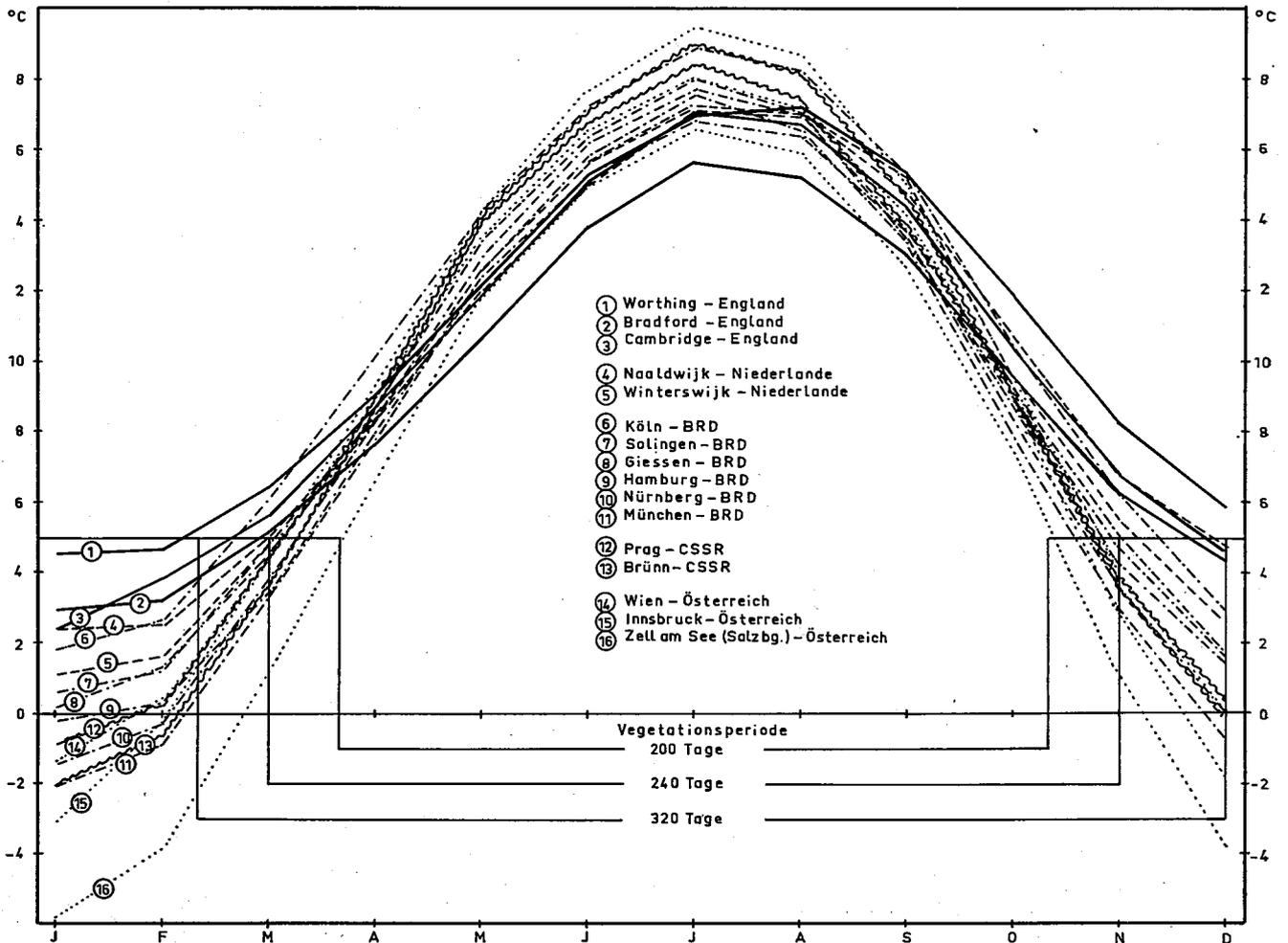
Demgegenüber wird die Rasendecke bei kurzer Vegetationsruhe nicht nur weniger geschädigt, sondern sie vermag auch eher zu regenerieren und die Winterfeuchtigkeit besser zu nutzen. Ist darüber hinaus die Wasserversorgung im Sommer noch natürlich gesichert, dann liegt ein ausgesprochener „Grasstandort“ vor, der die schwierigen Bedingungen des Winterspielbetriebs ökologisch wesentlich erleichtert.

Der klimatisch bedingte Sommerspielbetrieb kann zu Schwierigkeiten führen,

- wenn die Spielzeit zu früh im Ruhezustand des Rasens beginnt, also weit vor Beginn des Ergrünnens,
 - wenn darüber hinaus extreme Schäden durch Winterkrankheiten auftreten,
 - wenn die Rasensportfläche im Sommer unter extrem trockenen Bedingungen genutzt werden muß – oder
 - wenn extrem hohe Sommerniederschläge abzuführen sind.
- Im ganzen liegen die ungünstigsten Verhältnisse für Rasensportflächen aus dieser Sicht damit bei Winterspielbetrieb und einer langen Vegetationsruhe des Rasens in Trockenlagen vor, während die am wenigsten problematischen Bedingungen bei Sommerspielbetrieb unter den Bedingungen einer relativ kurzen Vegetationsruhe in mehr feuchten Lagen herrschen.

Der erste Fall entspricht vielen Binnenlagen der Bundesrepu-

Schema 3: Monatsmitteltemperatur und Vegetationsdauer (West-Ostachse)



blick, der zweite bestimmten Lagen Südkandinaviens. Dazwischen gibt es alle Übergänge, wo sich das Problem des Wasserüberschusses oder des extremen Wassermangels allein baulich einfacher lösen läßt als Wasserabführung für Spielbetrieb im Winter bei gleichzeitiger Wasserspeicherung und technischer Wasserversorgung zur funktionsfähigen Erhaltung der Rasendecke im Sommer.

Weitere Abweichungen, die den Bau und die Erhaltung von Rasensportflächen erleichtern oder erschweren, ergeben sich u. a.

- aus der topographischen Lage, ferner daraus
- ob ein durchlässiger Boden als Baugrund vorliegt – oder ob Durchlässigkeit erst geschaffen bzw. eine Dränschicht eingebaut werden muß,
- ob vorhandener Oberboden als Sandboden in großer Menge zur Herstellung der Tragschicht verwendet werden kann – oder ob extrem schwerer Boden praktisch nicht verwertbar ist,
- ob Grundwassereinfluß gewissermaßen eine „grundwassergebundene“, wasserversorgte Rasenfläche ermöglicht – oder ob genügende Scherfestigkeit durch bindige Bestandteile und Beregnung geschaffen werden muß,
- ob geeignete, gut abgestufte Sande in der Nähe der Baustelle anstehen – oder weither antransportiert und in der erforderlichen Kornverteilung erst hergestellt werden müssen,
- ob in einem Land einige wenige, hochspezialisierte Firmen Rasensportplätze auf wissenschaftlicher Grundlage standortsspezifisch bauen – oder ob eine Vielzahl an ungenügend qualifizierten, z. T. fachfremden Baufirmen allgemeingültige Regeln oder gar komplette Systeme benötigen,
- ob bei den Bauträgern das Bewußtsein vorhanden ist, kostspielig hergestellte Rasensportplätze auch sachgerecht

zu pflegen – oder ob sich das Interesse für die Baumaßnahme mit deren Fertigstellung erschöpft,

- und ob schließlich genügend Mittel zur Verfügung stehen, um eine standortsgerechte Bauausführung überhaupt vorzunehmen.

Zusammenfassung

Die Funktionsfähigkeit einer Rasensportfläche hängt von der baulichen Herstellung, dem Erhaltungszustand und der Benutzung ab, die wiederum in enger Beziehung zur Spielzeit und zur ökologischen Lage stehen. Extrem ungünstige Verhältnisse herrschen bei Winterspielzeit unter den Bedingungen einer Winterruhe der Rasendecke in Trockenlagen, relativ günstige Verhältnisse dagegen bei Sommerspielzeit und mäßig langer Vegetationsruhe in feuchteren Lagen. Dazwischen bestehen alle Übergänge.

Diese Beziehungen werden im einzelnen dargestellt sowie durch Angaben über weitere Abweichungen hinsichtlich Topographie, Durchlässigkeit des Baugrunds, Bodenart, Sandqualität, Qualifikation der Baufirmen, Pflegemaßnahmen u. ä. ergänzt.

Summary

The function of an turf sport area depends on construction, state of maintenance and utilisation, and this is closely connected with the period of playing and the ecological location. Extremely adverse conditions exist when turf sportfields are used for playing in winter, when the turf cover rests and when in summer there is a deficit of precipitation. But when the playing is done in summer on wetter sites with a moderately long rest of the vegetation, conditions are relatively favourable. There is naturally a great variation of conditions in-between.

These relationships are elaborated in detail. They are completed by data on further divergencies relating to topography permeability of the building-site, soil texture, sand quality qualification of the contractor, maintenance measures etc.

Bodenkartierung für Sportanlagen in den Niederlanden

J. G. C. van Dam und H. J. M. Zegers, Wageningen

Einführung

Diese Arbeit behandelt die Methoden der Bodenkartierung für Sportplätze in den Niederlanden. Zum richtigen Verständnis folgt zuerst eine kurze Beschreibung der Bodenbeschaffenheit, des Klimas und dessen Einflüsse auf den Bau von Sportanlagen.

Boden

Der größte Teil der Niederlande besteht aus tief und flach gelegenen Mineral- und Moorböden. Die Mineralböden sind in nicht steinigen, durch Meer und Flüsse abgesetzten oder

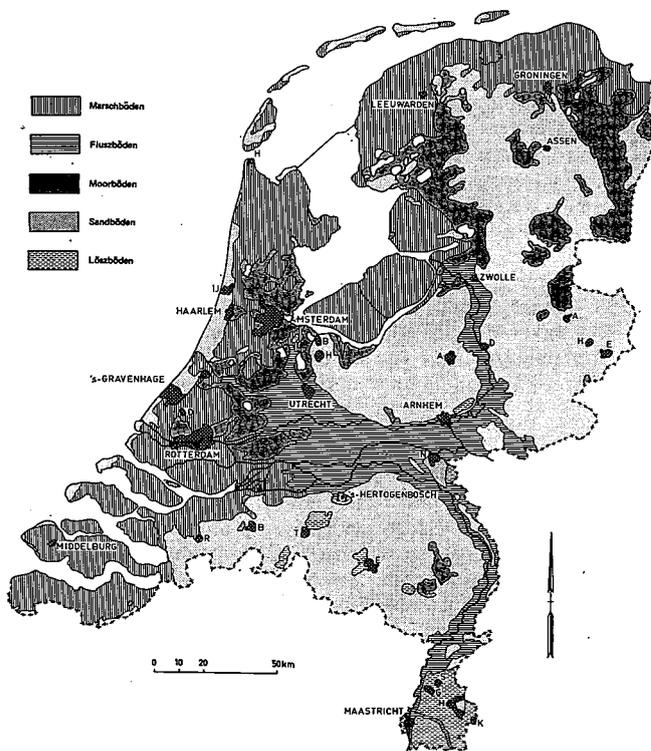


Abb. 1: Globale Bodenkarte der Niederlande

durch Wind aufgewehten Ablagerungen entwickelt (Abb. 1). Im Westen des Landes kommen hauptsächlich Marsch- und Moorböden vor; diese Böden sind verbreitet im Poldergebiet, das durch zahlreiche Gräben durchquert ist. Das Zuschütten der Gräben bringt ziemliche Schwierigkeiten mit, und zwar durch unregelmäßig auftretende Senkungen beim Bau von Sportplätzen. Längs der Flüsse sind große Oberflächen von Flußton abgelagert. Im Osten und Süden des Landes liegen Flugsandböden, wo auch einige Hochmoorgebiete vorkommen. In Zuid-Limburg treten die Lössböden auf. Die meisten Böden in den Niederlanden haben ein ausgeglichenes Relief, so daß der Bau von Sportplätzen sehr günstig verläuft (dabei ist wenig Planierung nötig). Die Moor- und Marschböden zeigen sehr geringe Höhenunterschiede, und zwar weniger als 1 m pro 100 m; bei den Sandböden betragen sie nicht mehr als 2 bis 3 m pro 100 m. Allein in den Dünen, im Lössgebiet und in einigen Flugsandgebieten sind reliefreiche Böden anzutreffen.

Klimatische Verhältnisse

Die Niederlande haben ein mildes Seeklima mit gemäßigten Temperaturen in den Winter- und Sommermonaten, mit einem Niederschlagsüberschuß in den Wintermonaten und einem Verdunstungsüberschuß in den Sommermonaten (siehe Tab. 1). Die Niederschlagsverteilung ist günstig.

Niederschlagsüberschuß

Da die Sportplätze auch in den Wintermonaten benutzt werden – die Fußballwettkämpfe finden von August bis Juni statt – ist eine gute Entwässerung nötig. Die Drainage der Sportplätze in den Niederlanden beruht auf den für die Landwirtschaft entwickelten Grundsätzen (WESSELING, 1968). In diesem Sinne gelangt ein einfaches oder zusammengestelltes Dränsystem zur Verwendung, mit oder ohne Anwendung von Schöpfwerken. Um einen schnellen Oberflächenabfluß zu ermöglichen, wurden die Dränggräben manchmal mit gut durchlässigem Sand aufgefüllt.

Tabelle 1:

Monat	Klimatische Daten der Niederlande		
	N mm	Eo mm	T °C
Januar	68	4	1,7
Februar	52	17	2,0
März	45	41	5,0
April	49	78	8,5
Mai	52	107	12,4
Juni	58	124	15,5
Juli	77	116	17,0
August	88	93	16,8
September	71	61	14,3
Oktober	72	28	10,0
November	70	10	5,9
Dezember	63	3	3,0
Pro Jahr	765	682	9,3

N = mittlerer Niederschlag

Eo = mittlere Verdunstung (freie Wasseroberfläche)

T = mittlere Temperatur

Die Ton-, Moor- und Lössböden unter humiden Bedingungen entwickeln sich rasch zum weichen und glatten, nicht bespielbaren Platz; demzufolge sind diese Plätze ohne sandige Tragschicht kaum denkbar. Eine Arbeitsgruppe der Niederländischen Sportföderation und der Gesellschaft „Koninklijke Nederlandsche Heidemaatschappij“ hat umfangreiche Untersuchungen vorgenommen, um die gewünschte Qualität des Sandes festzustellen (Moormans, 1971).

Die minimale Stärke der Sandtragschicht muß 3 cm betragen. Auf den Böden mit einem schlecht durchlässigen Unterboden und/oder mit hohen Grundwasserständen wird außer einem Dränsystem auch eine stärkere Tragschicht (10–20 cm) mit einem Humusgehalt von 2½–3% aufgebracht. Besandung von Sandböden findet nur in jenen Fällen statt, wenn der Humusgehalt des Oberbodens höher ist als ca. 6% und der Schluffgehalt größer ist als 10%.

In den Niederlanden sind im Westen (Dünen) sowie im Osten und Süden große Sandvorräte zu finden, die für die Besandung gut brauchbar sind. Auch die Entfernung ist nicht zu groß für den Transport.

Niederschlagsmangel

Etwa 80% der niederländischen Landesoberfläche hat hohe Grundwasserstände, so daß der Niederschlagsmangel für die Vegetation in der Wachstumszeit manchmal durch kapillare Zufuhr des Grundwassers gedeckt werden kann. Durch die gute Wasserbeherrschung ist der Unterschied zwischen den Sommer- und Wintergrundwasserständen nicht groß.

In den Böden mit tiefen Grundwasserständen muß die Wasserspeicherung in der Wurzelzone den Niederschlagsmangel ersetzen. Die Bewurzelungstiefe des Grases kann bei verschiedenen Bodentypen 30 bis mehr als 100 cm betragen. Haas et al. (1973) haben für verschiedene Sandböden in den Niederlanden die mittleren Bewurzelungstiefen für Gras angegeben; sie variieren von 50 bis 80 cm. In den untief bewurzelten Böden ist die Wasserspeicherung nicht umfangreich genug, um

den Niederschlagsmangel zu ersetzen; in diesen Fällen ist Beregnung erforderlich.

Herstellung und Interpretation der Bodenkarten zum Nutzen des Sportplatzbaues

Um die Eignung des Bodens für den Sportplatzbau beurteilen zu können, ist es notwendig, folgende Daten zu gewinnen: bodenkundliche Daten und Einsicht in die an den Boden für einen Sportplatz gestellten Forderungen. Die bodenkundlichen Daten werden mit Hilfe der Bodenkartierung ermittelt, die Böden werden nach Art und Verbreitung beschrieben, und die Ergebnisse der Bodenkartierung werden auf der Bodenkarte wiedergegeben. Die Berücksichtigung von Forderungen, die an die Benutzung der Sportplätze gestellt werden, beruht auf Erfahrungen mit Sportplätzen und auf Forschungsergebnissen. So hat z. B. VAN WIJK (1973) den Zusammenhang zwischen der Stärke der Sandtragschicht, dem Grundwasserstand und der Wasserdurchlässigkeit des Bodens bei verschiedenen Niederschlagswerten ermittelt und in einem Modell wiedergegeben. VAN WIJK und BEUVING (1974) haben versucht, meßbare Kriterien für die Beispielbarkeit zu ermitteln und den Zusammenhang dieser Kriterien mit einigen bodenphysikalischen Eigenschaften der Tragschicht zu verbinden.

Auf Grund der Bodenkarte und der ermittelten Kenntnisse wird dann die Eignung des Bodens für den Sportplatzbau festgestellt. Die Eignung des Bodens wird mit Hilfe der Bodeneignungskarte dargestellt, oft auch in Tabellenform.

In den Niederlanden werden die Bodenkartierungen zum Zwecke des Sportplatzbaues in den kulturtechnischen Gesellschaften und in dem niederländischen Institut für Bodenkartierung („Stichting voor Bodemkartering“) durchgeführt. Im folgenden werden die Grundzüge der Arbeitsweise dieses Instituts näher geschildert.

Die Kartierungen zum Zwecke des Sportplatzbaues werden in drei Kategorien eingeteilt:

1. Bodenkartierung eines einzigen Gebietes und die Feststellung der Bodeneignung für den Sportplatzbau;
2. Bodenkartierung der für den Sportplatz, bestimmten Einzelfläche, um die Möglichkeit der Nutzung festzustellen;
3. Bodenkartierung der bestehenden Sportplätze, um die Möglichkeiten der Behandlung und Verbesserung abzuleiten.

1. Bodenkartierung eines einzigen Gebietes

Diese Kartierungen werden vor allem aufgrund des Auftrages einer Gemeinde durchgeführt, die einen guten Überblick über die im Ausbreitungsprojekt befindlichen Böden gewinnen will. Auch zum Nutzen der Flurbereinigungsarbeiten werden die Möglichkeiten der im Gebiet vorkommenden Böden zur Nutzung als Sportplätze, Spiel- und Liegewiesen angegeben.

Aufgrund des gewünschten Grades detaillierter Untersuchungen wird eine Bodenkarte eines Gebiets im Maßstab 1 : 10 000 oder kleiner angefertigt. Bei der Bewertung der Bodenbeschaffenheit werden die Bohrungen bis zu 1,20 m Tiefe durchgeführt. Dann wird per Schicht der Humus-, CaCO_3 -, Ton- und Schluffgehalt, sowie die Feinheit des Sandes (M 50) geschätzt. Wenn nötig, werden auf einzelnen Stellen noch tiefere Bohrungen durchgeführt. Nach dem ermittelten Bodenaufbau wird der Bodentyp festgestellt. Die Legende der hergestellten Bodenkarte beruht auf der Basis der Bodenklassifikation für die Niederlande (DE BAKKER und SCHELLING, 1966).

Gleichzeitig wird bei jeder Bohrung an Hand der Profilmerkmale und Grundwasserstandsabmessungen der mittlere (Winter-)Grundwasserhochstand und der mittlere (Sommer-)Grundwassertiefstand geschätzt. Diese mittleren Grundwasserstände werden wiedergegeben in einer der Grundwasserstandsklassen (Abb. 2). Das Vorkommen und die Verbreitung der verschiedenen Grundwasserstandsklassen werden auf der Bodenkarte, bzw. auf einer speziellen Grundwasserstandsklassenkarte angegeben. Mit Hilfe der Bodenkarte und der Grundwasserstandsklassenkarte wird die Bodeneignung für einen Sportplatz ermittelt und in Klassen ausgewiesen.

In der Abb. 2 sind einige Fragmente der von den Mitarbeitern der „Stichting voor Bodemkartering“ hergestellten Bodenkarte, Grundwasserstandsklassenkarte und Bodeneignungskarte für Sportplätze aufgeführt; die Fragmente charakterisieren das durch die Gemeinde Helmond in die Ausbreitungsplanung gestellte Sandgebiet.

Die Bodeneignungskarte basiert auf der Bodenkarte und der Grundwasserstandsklassenkarte. Die Bodeneignung wird durch die Einteilung in 3 Hauptklassen angegeben, jede Hauptklasse ist wieder eingeteilt an Hand der jeweiligen Einschränkungen. Diese Einschränkungen sind in 3 Gradationen angegeben. Das behandelte Gebiet umfaßt folgende:

1. geringmächtiger dünner Oberboden, bei Böden mit tiefen Grundwasserständen mit Neigung zur Austrocknung;
2. hoher Humus- oder/und Schluffgehalt des Oberbodens;
3. ungünstiger Profilaufbau;
4. Vernässung und
5. Relief.

Die Einstufung wird bedingt durch die Wichtigkeit und die Anzahl der Einschränkungen; bei großer Anzahl der Einschränkungen ist die Einstufung niedriger. Nur anmoorige Böden und Moorböden erhielten die niedrigste Einstufung.

2. Bodenkartierung der für den Sportplatz bestimmten Bodenfläche

Diese Bodenkartierung wird größtenteils im Rahmen des Auftrages einer Gemeinde durchgeführt, die als Bauträger auf eigene Kosten und mit eigener Bauverwaltung den Arbeitsplan realisiert. Manchmal wird auch der Auftrag der Bodenkartierung durch das Architektenbüro präsentiert. Die Untersuchungen sind detailliert; die Anzahl von Bohrungen bis 1,20 m Tiefe beträgt ungefähr 8 per ha. Überdies werden auch 2 Bohrungen per ha durchgeführt bis zu 2 bis 3 m Tiefe.

Für diese Zwecke wird die Bodenkarte im Maßstab 1 : 1000 oder 1 : 2000 hergestellt. Dadurch ist auch die Einteilung der Böden sehr detailliert. Bei der Untersuchung wird der Bodenaufbau ermittelt und der mittlere Grundwasserhoch- und -tiefstand geschätzt. Weiter wird auf einigen Meßstellen die Felddurchlässigkeit aufgrund des Bohrlochverfahrens nach HOOGHOUT-ERNST (Specialliteratur VAN BEERS, 1958) gemessen. Die Erkenntnisse der Untersuchungen werden dann in den Empfehlungen und Richtlinien für die Situationslage der Sportplätze im Baukomplex und für den weiteren Bau verarbeitet.

Situationslage der Sportplätze

Bei dem Bau eines größeren Sportanlagekomplexes kann man mit Hilfe der Boden- und Grundwasserstandsklassenkarte die Ortsbestimmung der Sport- und Parkplätze, Wege, Umkleide- und Kantinegebäude so wählen, daß der Baukostenaufwand so gering wie möglich ist. Solche Einschränkung der Baukosten hat jedoch gewisse Grenzen. Wenn der Auftraggeber z. B. bei der Besandung der Sportfläche eine zu dünne Tragschicht wählt, wird der gegenwärtige Finanzgewinn durch hohe Unterhaltungskosten in der Zukunft zunichte gemacht.

In der Abb. 3 wird ein Beispiel einer Veränderung der geplanten Situationslage der Felder aufgrund der Ergebnisse der Bodenkartierung gegeben. Im neuen Plan ist das Hauptfeld so situiert, daß die Bodenschichten mit schlechter Durchlässigkeit nicht so stark vertreten sind. Das Hauptfeld enthält in der neuen Situation einen großen Bodenoberflächenanteil mit einem stark humosen Oberboden. Dadurch wird die Austrocknungsgefahr der Rasendecke in Sommermonaten vermindert.

Empfehlung

Die durch die „Stichting voor Bodemkartering“ ausgegebene Empfehlung bezieht sich auf:

- a) Grundbearbeitung und Planierung
- b) Auffüllen der Gräben
- c) Be- und Entwässerung
- d) Besandung
- e) Düngung
- f) Ausgleich der Senkungen.

Die Höhenkarte der betreffenden Parzellen wird hergestellt durch die Gemeinde oder durch das Architektenbüro. Diese Bauträger sorgen auch für den Bauantrag und den Kostenvoranschlag, und zwar aufgrund der ermittelten Empfehlung.

Über die Verwirklichung der Maßnahmen hat MOORMANS (1971) auf dem Rasen-Kolloquium in Papendal bereits ausführlich berichtet.

Abb. 2: Bodenkarte, Grundwasserstandsklassenkarte und Bodeneignungskarte für die Sportplätze als Teil des Ausbreitungsprojekts der Gemeinde Helmond

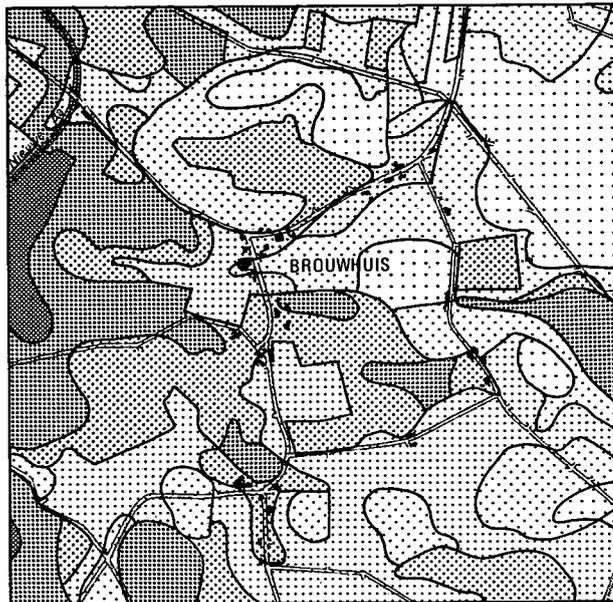
Bodenkarte



Legende

Sandböden (carbonatfrei)		Mächtigkeit des Oberbodens in cm
	Podsol aus schluffigem Feinsand	5 - 30
	Podsol aus Feinsand	5 - 30
	Podsol aus Feinsand	30 - 50
	Plaggensch aus Feinsand	50 - 120
	Gley aus schluffigem Feinsand	15 - 30
	Ranker (Flugsand) aus Feinsand	< 25
	Künstlich veränderte Böden aus Feinsand	20 - 80
	Anmoorige Sandböden	15 - 40
	Moorböden (Oberboden aus schluffigem Feinsand)	15 - 30
	reliefreiche Böden	

Grundwasserklassenkarte

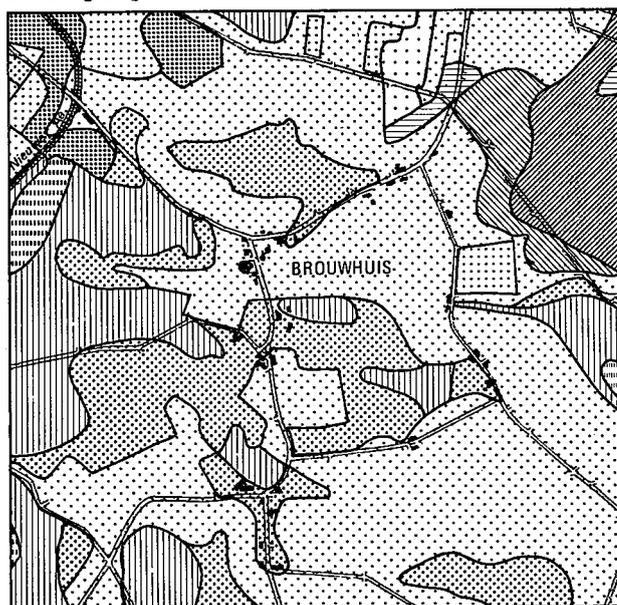


Legende

Grundwasserklasse (Gt)	Mittlerer Grundwasser Hochstand (GHG) in cm unter Flur	Mittlerer Grundwasser Tiefstand (GLG) in cm unter Flur
I*	< 20	< 50
II	< 20	50 - 80
III	< 40	80 - 120
IV*	> 40	80 - 120
V	< 40	120 - 200
VI	40 - 80	> 160
VII	80 - 120	> 200
VIII	> 120	> 200

*) Gt I und Gt IV fehlen in diesem Gebiet

Bodeneignungskarte für die Anlage von Rasenspielfeldern



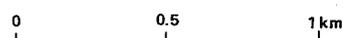
Legende

Gut geeignete Böden				
G1	G2	G3	G4	G5
-	I	w	I - w	ww
Mässig geeignete Böden				
M1	M2	M3	M4	
aa	II - ww	a - rr	aa - rr	
Wenig geeignete Böden				
W1	W2			
p - II - ww	pp - II - ww			

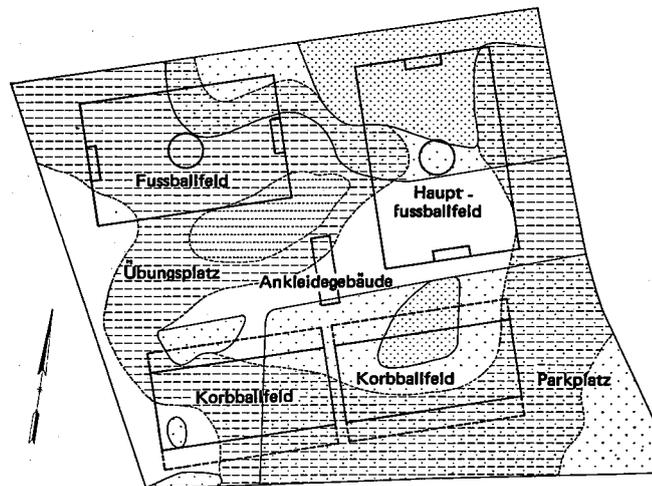
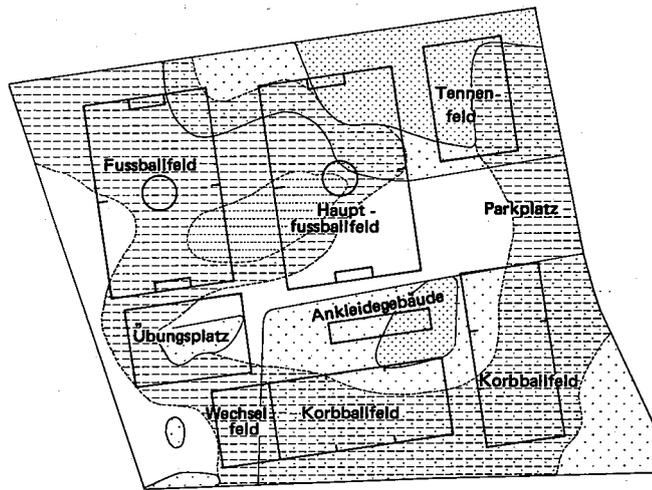
G1 → G5: abnehmende Eignung in der Klasse G

Einschränkungen

keine / schwache	mässige	starke	Umschreibung
-	a	aa	geringmächtiger Oberboden
-	I	II	hoher Humus- und/oder Schluffgehalt im Oberboden
-	p	pp	ungünstiger Profilaufbau
-	w	ww	Vernässung
-		rr	Relief



1 cm² = 6,25 ha



Gley aus Feinsand	
	Mächtigkeit des humosen Oberbodens 25 à 30 cm
	Mächtigkeit des humosen Oberbodens 30 à 50 cm
Plaggensch aus Feinsand	
	Mächtigkeit des humosen Oberbodens 50 à 65 cm
	schluffige Sandschicht im Unterboden
	lehmige Schluffschicht im Unterboden

Abb. 3: Bodenkartierung und Entwurf eines Sportparks
 Oben: (ohne Bodenkartierung) die Hauptfelder sind situiert auf den bodenkundlich nicht günstigen Flächen.
 Unten: der veränderte Entwurf aufgrund der Bodenkartierung

Die Anforderungen, die an die Bespielbarkeit und an die Rasendecke gestellt werden, sind nicht gleich. Für die gute Bespielbarkeit ist z. B. eine sandige, feste Tragschicht wünschenswert, zusammen mit tiefer Entwässerung. Durch diese Maßnahme aber wird die Möglichkeit der Austrocknung der Rasendecke größer. Durch die richtige Wasserbeherrschung der Graben- und Grundwasserstände, die in den Niederlanden in den meisten Gebieten möglich ist, kann man die Austrocknungsgefahr der Rasendecke einschränken. Bei der Wahl der Maßnahmen darf daher eine gute Kenntnis des Bodenaufbaues und des Grundwasserhaushaltes nicht fehlen.

Seit einigen Jahren gibt die „Stichting voor Bodemkartering“ keine Empfehlungen mehr über die Grasarten, die bei der Aussaat verwendet werden. Die Gründe sind leicht zu erklären: zwischen der herausgegebenen Empfehlung und der tatsächlichen Anwendung in der Praxis vergehen gewöhnlich einige Jahre. Mit Rücksicht auf die schnelle Entwicklung auf dem Gebiet der Grassortenzüchtung ist es empfehlenswert, kurz vor der Aussaat die nötige Anleitung zur Aussaat zu gewinnen.

3. Bodenkartierung der bestehenden Sportplätze

In den vergangenen Jahren sind durch die „Stichting voor Bodemkartering“ verschiedene Sportplätze kartiert worden, um eine Übersicht über die notwendigen Maßnahmen zur Verbesserung zu gewinnen. Die bodenkundliche und hydrologische Untersuchung wird in gleicher Weise durchgeführt wie die Untersuchung zum Zwecke der Bauplanung.

In vielen Fällen ist der schlechte Zustand der Spielfelder auf ungenügende Drainage und Anwesenheit schlecht durchlässiger (manchmal bei dem Bau des Sportfeldes entstandener) Schichten im Bodenprofil zurückzuführen. Auch die Qualität der Tragschicht ist oft durch die starke Erhöhung des Humusgehaltes vermindert; bei tonreichen Böden kann dagegen durch die Aktivität der Regenwürmer der Tongehalt der Tragschicht stark vergrößert werden.

Literatur

1. BAKKER, H. De, und J. SCHELLING, 1966: Systeem van Bodemclassificatie voor Nederland. De hogere niveaus. Pudoc, Wageningen.
2. BEERS, H. F. J. van, 1962: The auger hole method. Bull. 1. Intern. Inst. Land Reclamation and Improvement, Wageningen.
3. HAANS, J. C. F. M., J. M. M. Th. HOUBEN und P. van der SLUIJS, 1973: Properties of hydromorphic sandy soils in relation to root growth. Transactions V and VI, Int. Soc. Soil Sci., Stuttgart 1971. Verlag Chemie, Weinheim. pp. 567–576.
4. MOORMANS, J. Th., 1971: Bau von Sportplätzen in den Niederlanden. Rasen 2. 75–80.
5. WESSELING, J. 1968: Hydrology, soil properties, crop growth and land drainage. Technical Bull. 57. Inst. Land and Water Management Research, Wageningen.
6. WIJK, A. L. M. van, 1973: De extra bezandingsdikte nodig voor tijdelijke berging van water in de toplaag van sport- en recreatieterreinen. Cultuurtechn. Tijdschr. 13. 1–14.
7. WIJK, A. L. M. van, und J. BEUVING, 1974: Bespeelbaarheid van sportvelden. Groen 12: 400–407.

Zusammenfassung

Die Niederlande mit einem mäßigen Seeklima hat größtenteils tiefe und flache Böden. Die meisten Böden haben keine tiefen Grundwasserstände. Der Niederschlagsmangel für die Vegetation kann oft durch die kapillare Zufuhr des Grundwassers gedeckt werden. Die Fußballwettkämpfe finden in den Niederlanden in der Zeitperiode von August bis Juni statt. Eine gute Drainage ist die erste Voraussetzung für die gute (Winter-)Bespielbarkeit der Sportfelder. Mit Rücksicht auf die gute Bespielbarkeit wird auf vielen Böden eine sandige Tragschicht verlangt. Dabei stehen große Vorräte von Sand in den Niederlanden zur Verfügung. Die Bedeutung der Bodenkartierung ist dabei nicht zu leugnen:

- a) bei den Empfehlungen, die beim Bau der Sportplätze gegeben werden,
- b) bei der Wahl der richtigen Situationslage der Sportfelder im Sportanlagenkomplex und der Wahl der richtigen kulturtechnischen Maßnahmen für den Bau,
- c) für die Empfehlungen zur Verbesserung der bestehenden Sportplätze.

Summary

The Netherlands, which has a moderate marine climate, is occupied for the greater part by soils formed in flat deposits with high groundwater levels. There is a precipitation surplus in winter and a precipitation deficit in summer. The water-table of many soils is so high that the precipitation deficit in summer can be compensated more or less by capillary supply. In the Netherlands the sport season runs from August till June; to be sure of usable fields in winter a good drainage system is necessary. Often, also, the topsoil has to be made playable by the addition of a sand layer. Fortunately, in the Netherlands suitable sand is easily available. The authors go on to explain the significance of soil survey:

- a) in choosing suitable areas for sports fields,
- b) in choosing the situation of fields in a planned sports-field complex and the measures needed to remove soil limitations, and
- c) in advising on the improvement of existing sports fields.

Relation between Playability and some Soil Physical Aspects of the Toplayer of Grass Sportsfields

A. L. M. van Wijk and J. Beuving, Wageningen

Introduction

In the Netherlands the play-season for football mainly coincides with a period with a surplus of rain, as the competition starts in August and ends in May. Fig. 1 shows the yearly course of precipitation and evaporation as a monthly 25-year average; only at the end of the play-season evaporation exceeds rainfall. Because of a mean precipitation surplus of about 2 mm per day during the winter months, the soil moisture content of the toplayer generally will be high. So the toplayer, at certain textures and bulk densities, often will be soft and slippery which reduces playability. When constructing grass sportsfields much attention is therefore paid to the texture of the toplayer and to the control of the groundwater table. Mainly on basis of experience standards have been set with regard to particle size distribution of the sandy toplayer and highest permissible groundwater level. Nevertheless, adequate playability of grass sportsfields constructed in accordance with these standards is in many cases not continuously guaranteed. Playability, in so far it depends on soil strength or bearing capacity, can be adversely affected by for example:

- excessive enrichment of the toplayer with clay and organic matter;
- insufficient or untimely maintenance measures;
- playing under unfavourable conditions.

The consequences can be a too loose, too weak or a too plastic toplayer or a toplayer which is too dense for rooting or drainage. To maintain a good and lasting playability especially under wet circumstances prevailing in winter, knowledge on the soil properties which determine playability and their interrelations is necessary. In this context the Institute for Land and Water Management Research carried out research on the relationships of soil physical properties and the playability of grass sportsfields. The aim was to forecast the number of playable days on grass sportsfields in winter for a number of combinations of toplayers differing in texture and bulk density, on various profiles and with different drainage, for several rainfall sequences. To this end playability is to be translated into physical terms. In first instance the research therefore was concentrated at deriving from field observations a measurable criterion on playability. In addition this field research was aimed at fixing the boundaries between which soil physical properties determine playability, mainly by changes in them during the winter period, and to collect data on their relationships.

Subsequently, in a laboratory research, these relationships will be further investigated and it will be tried to determine

when these soil physical properties are critical to bearing capacity and hydraulic conductivity of the toplayer. In this article attention will be given to the results of the field research.

Method

The investigations started in the winter of 1972/1973 and carried on during the season of 1973/74 on seven grass sportsfields differing from each other in texture of the toplayer, profile, drainage and age. On each field three plots were chosen in such a way that three quite different playing intensities were present (fig. 2). In sequence of increasing playing intensity the plots 1, 2 and 3 represent respectively an extensively, a moderate intensively and a very intensively used part of the field. Each field was regularly visited about once in two weeks.

Observations of the condition of the toplayer in response to use (number of matches played) were supplemented by simultaneously measuring the groundwater level, the penetration resistance of the toplayer (by penetrometer), the shearing strength (by vane apparatus), the soil water pressure (by tensiometer), the soil moisture content (by sampling) and the sward density (by assessment).

Profile, Drainage and Toplayer

In the Netherlands grass sportsfields are laid out on various profiles, but almost all have an artificial sand covered or sand-mixed topsoil. This was taken into account when selecting the fields for the experiment. A survey of the profiles of the seven fields chosen is given in fig. 3. The fields A and B are situated on calcareous clay loam (creek ridge soils) with a clay content of about 25%, C and D on noncalcareous moderately humous clay soils over peat (back-swamp soils) with a clay content of 40 to 55%, E on a moderately fine humous sand, F on an moderately coarse humous sand and G on a moderately fine humousless loamy sand.

To characterize the drainage of the profiles the groundwater table is given expressed as the highest, lowest and mean level measured during the periods from December 1972 to April 1973 inclusive and from October 1973 to February 1974 inclusive. The profiles A and B are well-drained by their groundwater table depths and profiles; the artificial drainage of profile A seems superfluous. The sportsfields C and D are lying in areas with a high watertable in the ditches, they therefore have been artificially drained. Field E represents the wet sandy soils, F the dry sandy soils and G is intermediate in drainage

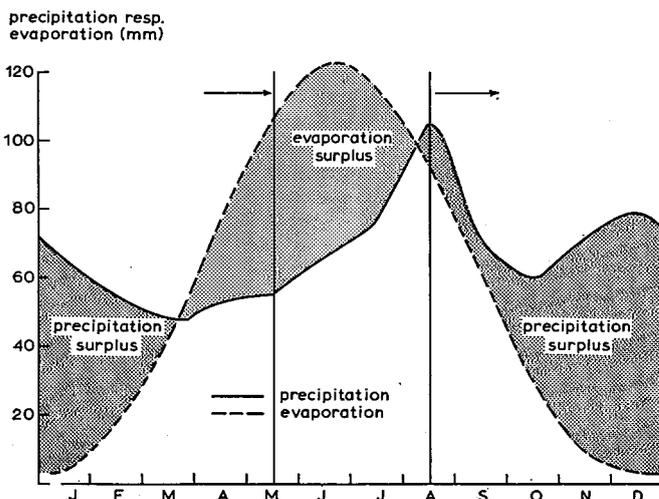


Fig. 1. Precipitation and evaporation at De Bilt, the Netherlands, monthly averages over the period 1945 to 1969 (after ANON., 1971)

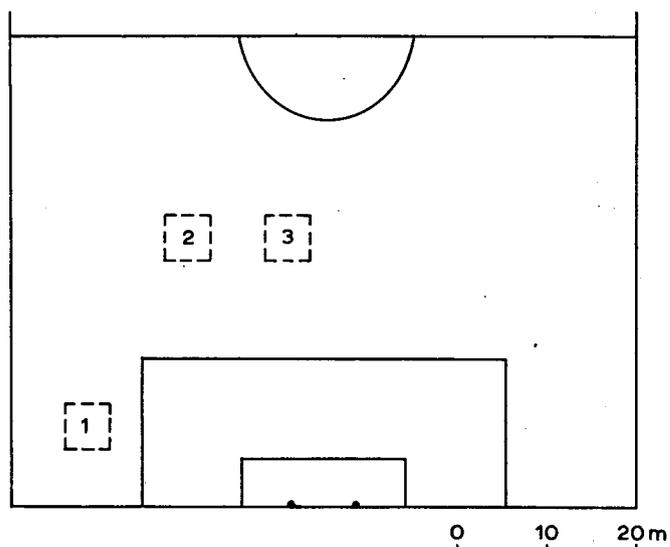


Fig. 2. Situation of the three plots per field.

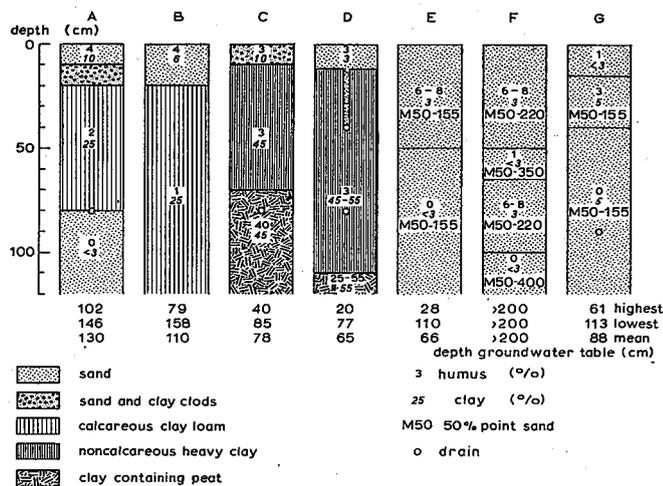


Fig. 3. Texture, profile and groundwater depth of the seven grass sportsfields.

to E and F. The groundwater table in profile E reached in the periods under investigation 5 times a level higher than 50 cm below surface, i. e. in 17 per cent of the observations. Field F is situated on a pleistocene ice-pushed ridge where the groundwater table is very deep.

Playability of a grass sportsfield directly depends on the composition of the toplayer. Table 1 shows texture, organic matter content, bulk density and relative density of the toplayer of the experimental plots. The relative density (D_r) is an objective measure, calculated from bulk density and organic matter content, which makes it possible to compare objectively the density of soils differing in organic matter content (SCHOTHORST, 1968). The higher the relative density, the firmer the soil.

Table 1
Texture of the layer 0 to 2.5 cm and organic matter content, dry bulk density (ρ) and relative density (D_r) of the layer 0 to 5 cm below surface

Field	Plot	Org. Matter							ρ g/cm ³	D_r %	
		$\mu\text{m} < 2$	2-16	16-50	50-105	105-150	150-210	> 210			
A	1	12.4	8.3	7.9	2.2	3.0	11.1	55.1	7.6	1.27	86
	2	8.0	5.7	5.8	3.6	8.4	17.3	51.2	6.7	1.36	95
	3	5.9	3.5	4.4	4.7	8.7	15.6	57.2	6.1	1.60	108
B	1	5.7	4.9	7.1	10.4	15.5	25.9	30.5	5.7	1.33	74
	2	6.5	5.2	7.6	9.1	17.4	23.0	30.2	6.1	1.39	97
	3	4.5	3.3	5.8	9.8	24.0	27.0	25.6	5.5	1.48	107
C	1	14.3	6.6	3.8	1.6	2.6	7.1	64.0	7.7	1.32	98
	2	11.3	5.4	3.8	2.3	4.2	9.1	63.9	7.2	1.45	121
	3	10.4	4.7	3.5	2.1	3.8	9.1	66.4	7.4	1.43	118
D	1	2.7	1.1	3.0	7.5	19.0	30.4	36.3	5.2	1.32	63
	2	3.8	1.4	4.0	8.9	19.1	27.6	35.2	5.7	1.49	112
	3	7.9	4.0	4.3	7.9	16.4	24.1	35.4	6.4	1.50	123
E	1	2.8	1.4	2.5	14.6	26.7	28.2	23.8	8.8	1.36	118
	2	2.5	1.3	2.6	15.0	27.1	27.1	24.4	7.8	1.38	112
	3	2.5	1.3	2.7	14.2	25.1	25.0	29.2	7.7	1.44	123
F	1	2.8	2.0	3.8	6.8	13.8	19.4	51.4	8.8	1.24	92
	2	2.7	1.1	3.3	8.1	20.4	25.0	39.4	8.9	1.34	114
	3	2.1	1.4	2.3	9.2	23.4	27.9	33.7	7.5	1.46	126
G	1	1.9	0.7	1.8	13.6	31.5	29.0	21.5	2.6	1.53	71
	2	1.6	0.5	1.0	11.9	32.7	31.0	21.3	2.1	1.58	75
	3	1.5	0.5	1.5	11.3	31.2	31.9	22.1	2.1	1.64	91

Playability Criterion

Generally speaking, sports grounds are well playable when the toplayer is able to take up the forces exerted on it without deforming to the extent that playing is adversely affected and, in consequence, a repair of the play surface becomes necessary. The toplayer must have a resistance against deformation or a certain soil strength, which can be measured on several ways. In the present experiments two devices were used, a penetrometer and a vane shear test apparatus (fig. 4). A penetrometer registers the penetration resistance met by a cone when pushed into the soil, in our case into the upper 2 to 3 cm of the toplayer. The applied cone had a topangle of 60° and a base of 1 cm² (these characteristics are important as other penetration resistances are found when a cone with another shape is applied). The vane apparatus consisted of a

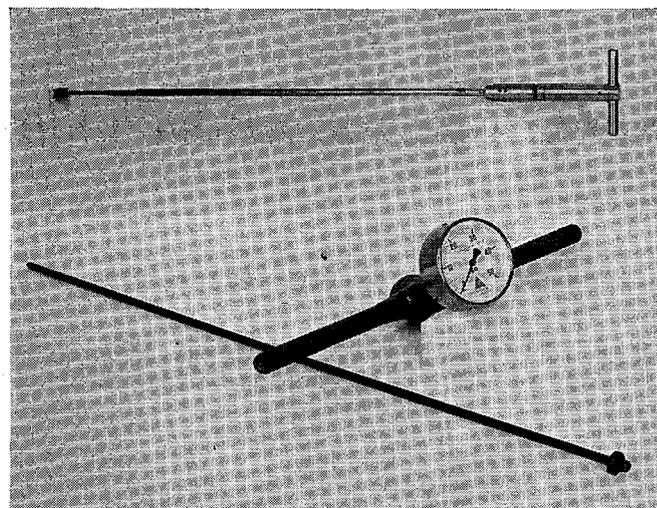


Fig. 4. Penetrometer and vane apparatus.

four-bladed vane (2 x 4 cm) which was pushed into the toplayer and then rotated to determine the torsion force required for shearing a cylindrical surface.

Aside from this a visual firmness appraisal was made to estimate on a scale ranging from 1 to 10 the bearing capacity of the toplayer from the penetration depth when kicking a shoe-heel into the turf (PIETERS, 1961, BOEKEL, 1972). A score 7 was given when the bearing capacity of the toplayer was judged to be sufficient for intensive play, a firmer toplayer received a higher value. The disadvantage of this method is that the reliability and reproducibility of the observations depend on the experience of the judging person. Our observations therefore always were performed by the same person.

From a comprehensive series of data on resistances as measured by penetrometer and vane apparatus and simultaneous appraisals of the playability under various conditions of the toplayer it could be derived that the toplayer of the most intensively used parts of grass sportsfields require a penetration resistance of 12 to 14 kg per cm² to withstand without deformation the forces exerted on it. When a well playable condition of the toplayer existed, the vane measured resistances ranged from 0.55 to 0.75 kg per cm². These values are much lower than the penetrometer values. The vane apparatus only registers the contribution of cohesion to total shear strength which is composed of two components, cohesion (C) and friction ($\sigma \text{ tg } \phi$) as expressed in the Coulomb equation $\tau = C + \sigma \text{ tg } \phi$. Soil strength as measured by penetrometer includes both cohesion and friction, the latter indicating the increase in soil strength when applying a load. Fig. 5 shows the relation between soil strength of the toplayers as measured with the penetrometer and with the vane apparatus. A distinction is present between toplayers enriched with lutum and loam (A and C) and the poorer sandy toplayers (D through F). The cohesion of the first mentioned toplayers appears to be somewhat higher. Since the soil strength of sandy soils is mainly determined by the friction component, a device measuring only the cohesion component as the vane apparatus is little suitable to characterize the soil strength of sandy toplayers of grass sportsfields.

Fig. 6 gives the relation between the firmness appraisal according to the 'heel-method' and the penetration resistance of the upper two to three cm of the toplayer. On sandy soils an appraisal of 7 according to the 'heel-method' corresponds to a penetration resistance of about 12 kg per cm² and on the sand covered clay soils to 14 kg per cm². As appears from the slope of the lines, at the same penetration resistance the sportsfields on sandy soils have been estimated as being somewhat firmer than the fields on clay soils with a sandy toplayer.

On account of the above mentioned results, a penetration resistance of 14 kg per cm² is proposed as criterion for a good playability for football on the most intensively played parts of grass sportsfields. On sportsfields on sandy soils the criterion used may have a somewhat lower value.

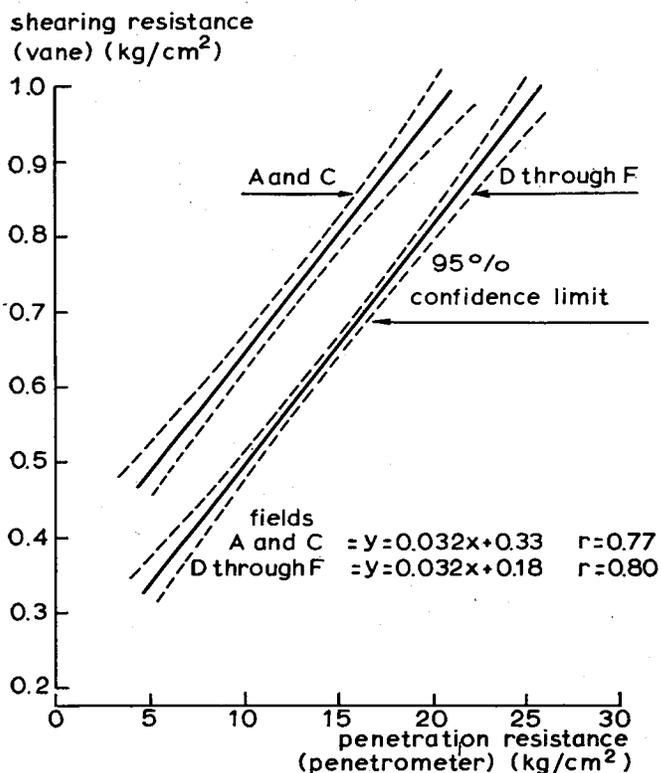


Fig. 5. Correlation between the soil strength as measured with the penetrometer and with the vane apparatus.

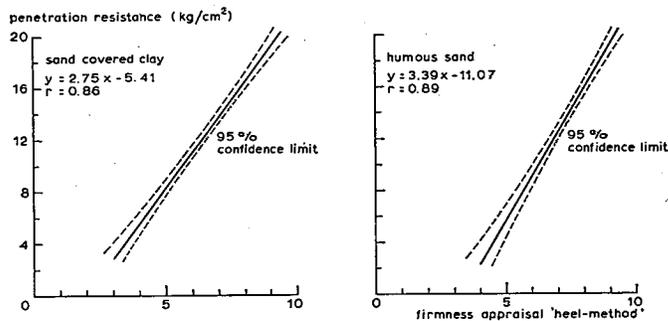


Fig. 6. Correlation between penetration resistance measured with the penetrometer (cone: 1 cm²) and firmness appraisal by the 'heel-method'.

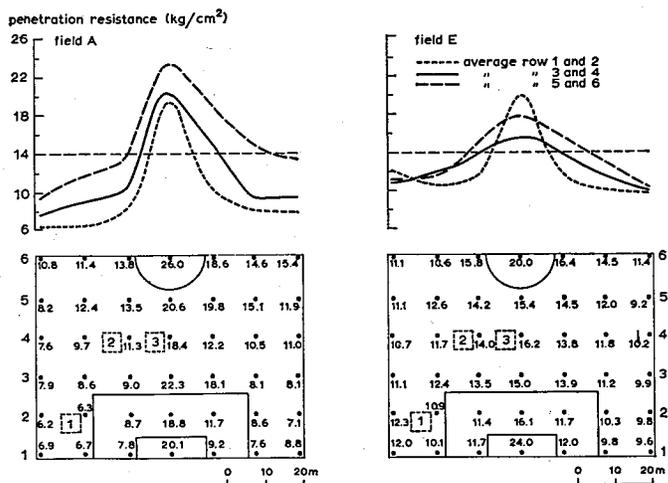


Fig. 7. Distribution of the penetration resistance in kg/cm² on the fields A, a sand covered clay and E, a humous sand, at good playability of the toplayer.

Play-Intensity and Penetration Resistance

By play-intensity will be meant the extent of use of the various parts of a sportsfield during a match. Fig. 7 gives a survey of the penetration resistance measured on the fields A and E

at a moment in winter when both fields were very well playable without damage to the toplayer. Each figure on the maps is an average of ten penetrometer values consisting of two groups of five data around two corresponding points on both halves of the field.

The highest penetration resistances are measured along the length-axis of the field. Isopenetration lines run fanwise from the goal to both sides of the field, i. e. going from the goal to the middle of a football field the toplayer is compacted over an increasing width of the field. This general pattern on regularly used football fields is a result of the way of playing the field, often combined with maintenance measures adjusted to the way of playing. The more intensively a part of a field is played the more compacted the toplayer, i. e. the bulk density adapts itself to the use intensity. Moreover in maintenance more attention is often paid to the more intensively used parts, for example by dressing with sand or rolling such parts frequently. Both measures increase the bulk density and at the same time the penetration resistance and firmness of the toplayer. The result of such a selective maintenance as dressing is demonstrated by the texture of the toplayer of the experimental plots in table 1. When the plots are played more intensively the toplayer is more sandy, having a lower clay (< 2 μm) and loam (< 50 μm) content.

On the maps in fig. 7 the position of the three experimental plots is marked. Projection to the upper part of the figure demonstrates the difference in penetration values between the plots. As stated before, for a good playability of the most intensively used parts of the field, as plot 3, a penetration resistance of 14 kg per cm² is required. The penetration resistance on plot 1 is almost always much lower. Injury of the toplayer is seldom observed at such spots, however. This because of the less intensive use of the toplayer there. It is therefore difficult to assign a critical penetration resistance to the less intensively used spots of the field, although the lower the penetration resistance, the heavier the playing character of the field. Injury of the toplayer, resulting from insufficient firmness occurs more often on intensively used spots such as the plots 2 and 3. From observations on plot 2 it could be derived that for a good playability of moderate intensively used parts of the field a firmness of at least 10 kg per cm² is required.

Penetration Resistance and Dependability

If the penetration resistance on various parts of the field falls regularly below the critical value, the football field can be characterized as being little dependable. A survey of the dependability of the seven grass sportsfields is given in fig. 8. The course of the penetration values is plotted as measured from January 1972 through January 1974 on the three experimental plots of each field. As stated before a good playability requires a penetration value of 10 respectively 14 kg per cm² or higher on the plots 2 and 3. The fields A, D, E and F meet mostly these requirements and are in the opinion of their managers also dependable. This does not mean that the fields will never be judged as being unsuitable for play. Extremely wet weather conditions may sometimes cause an unplayable field. The fields B and C almost throughout the season are weak and have undesirable underfoot conditions. Injury of the toplayer occurs regularly. Field G differs from the others as it was recently constructed and almost unused during the period of investigation. On the in the future intensively used parts (plot 3) the toplayer still is hardly compacted. The loose structure of the very poor toplayer is also demonstrated by the low relative density (D_r) in table 1.

The best fields all show in fig. 8 the same character a separate but parallel course of the curves of which the relative sequence corresponds with the play-intensity. An obvious example how the density of the toplayer adapts itself to the play-intensity give the curves of field E. In the summer of 1972 the direction of play on this field was turned in such a way that less intensively to be used parts came to lie on in the past compacted places and vice versa. At first the smallest penetration values were measured on the now most intensively played part of the field (plot 3) but later, in the autumn of 1973, the largest values were found there. Fig. 8 also demonstrates that when maintenance measures are adjusted to

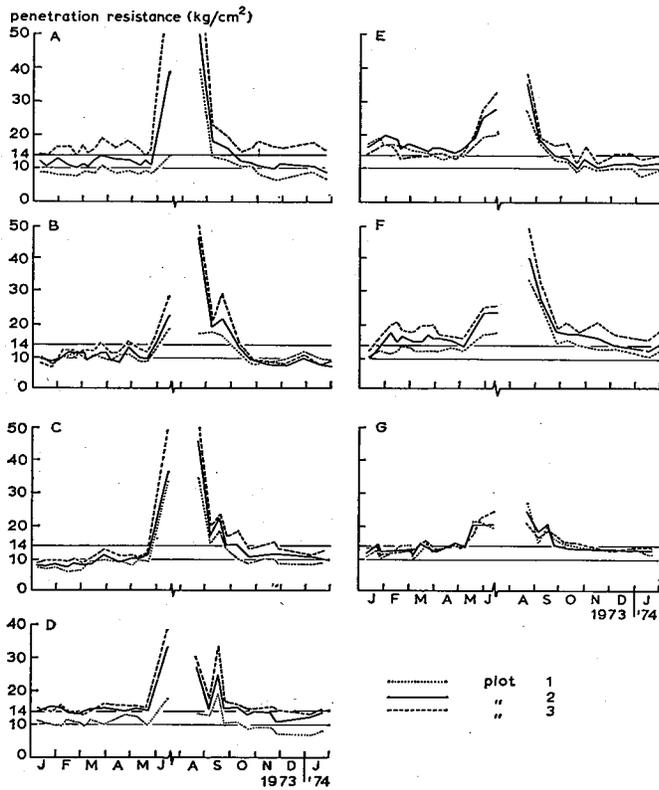
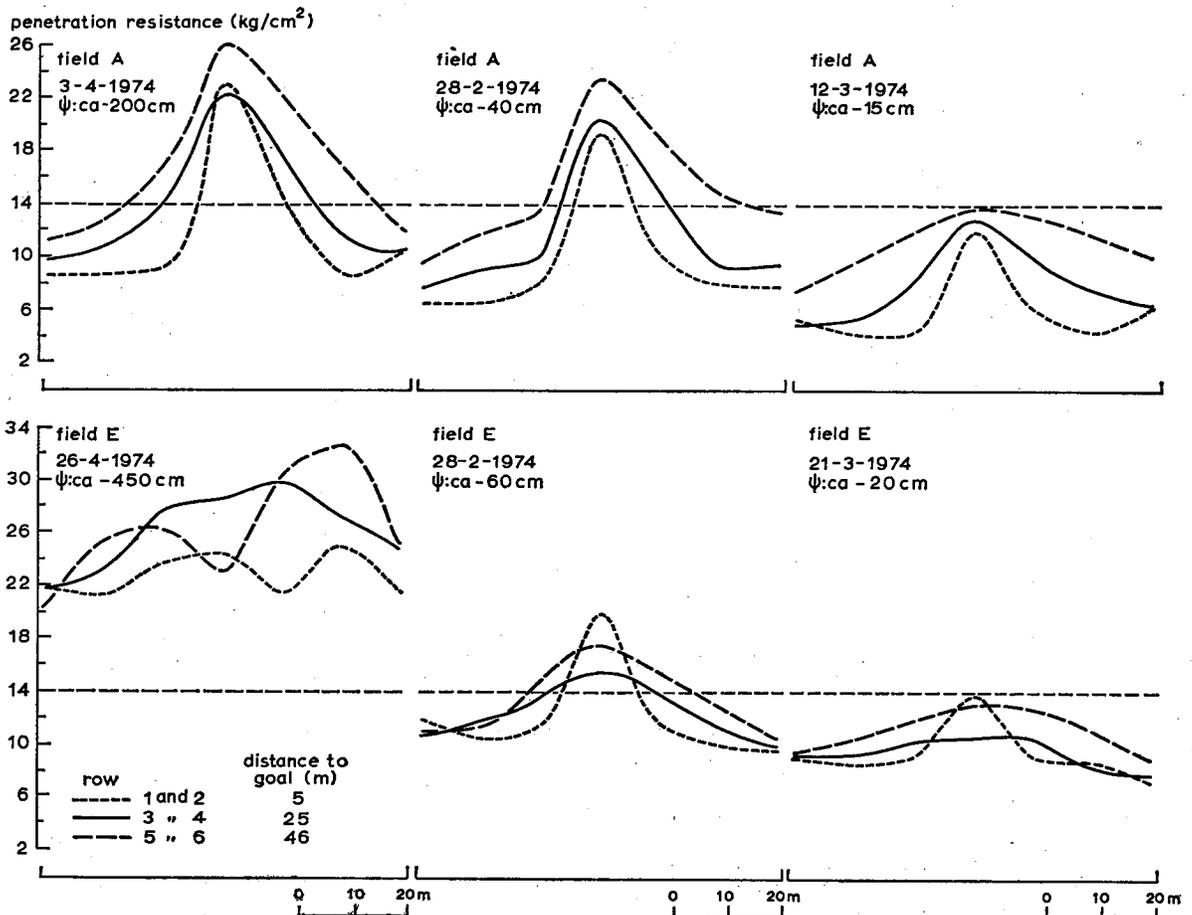


Fig. 8. Course of the penetration resistance of the toplayer (0 to 3 cm) on the experimental plots of the seven grass sportsfields (A through D: sand covered clay soils; E through F: sandy soils). Penetration resistances of 14 and 10 kg per cm² were found to be required for intensive and moderately intensive play, respectively.

Fig. 9. Distribution of the penetration resistance (14 kg/cm² as criterion for intensive play) on the fields A and E in relation to soil water pressure head (ψ) in the toplayer.



the actual soil conditions and the way of playing, also sand covered clay soils can give dependable grass sportsfields. In spite of corresponding profiles and drainage, the fields A and D are not dependable in contrast to B and C who are.

Penetration Resistance and Soil Water Pressure Head

The sandy toplayer consists of a matrix (grains and organic compounds) and irregularly shaped pores or capillaries. In these pores the soil water is retained against gravity. The binding force is inversely proportional with the radius of the capillary and is measured as a negative pressure head relative to the external gas pressure. These soil moisture tensions must be born by the walls of the capillary system which owing to this comes under stress. In this manner the soil water pressure head contributes to the soil strength. Modifications in soil water pressure head are accompanied by changes in effective stress and therefore in soil strength, penetration resistance and playability. When the toplayer becomes wetter the capillary forces decrease, the soil water pressure head becomes less negative so the effective stress lessens. It is therefore important to examine how changes in soil water pressure head affect the penetration resistance.

Fig. 9 shows the distribution of the penetration resistance on the grass sportsfields A and E at different soil water pressure heads (ψ) in the toplayer. The distributions on February 28, 1974 describe a rather dry winter condition with heads in the toplayer of about -40 and -60 cm water column and a good playability of both fields. The distributions measured on April 3 and 26, 1974 after preceding periods in spring of about 14 respectively 36 days with an evaporation surplus, show much firmer conditions of the toplayer with moisture tension heads of -200 and -450 cm water column. After a few days of heavy rain, completely unplayable field conditions were observed on March 12 and 21, 1974 at heads of -15 and -20 cm.

A rather small increase in soil water pressure head may cause a decrease of penetration resistance, to such an extent that the field becomes unplayable. Therefore more exact examination in the laboratory of the effect of soil water pressure

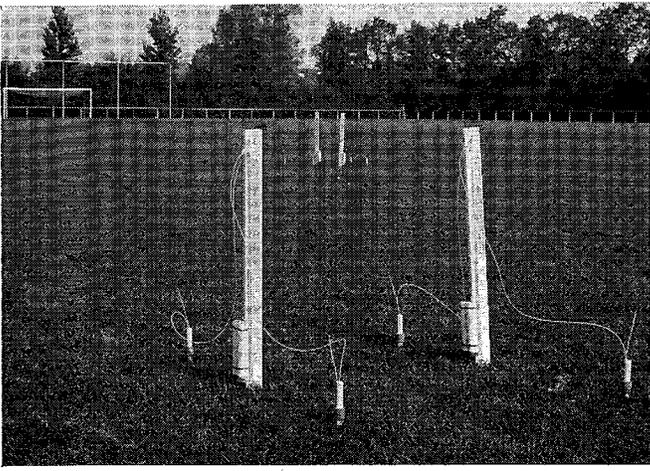


Fig. 10. Equipment for measuring soil water pressure heads in the toplayer and deeper in the profile.

heads on penetration resistance at different bulk densities and textures of the toplayer is to be made over the range of heads existing during the most vulnerable period of the playing season. In this context regular observations were made on the heads in the upper 3 cm of the toplayer (fig. 10) during the winters 1972/1973 and 1973/1974. Some of these observations on three sand covered clay soils and three sandy soils are given in fig. 11.

In this figure the course of the groundwater table and the precipitation deficit per decade characterize drainage and weather circumstances. From December to the beginning of March soil water pressure heads remain continuously at a high level and fluctuate only a little, even during a long dry period in the two last decades of December 1972 and the two first ones of January 1973. Only on sandy soils the heads in the toplayer decreased a little during this period. Accord-

ing to fig. 11, and corresponding measurements during the winter season 1973/1974, the soil water pressure heads in the toplayer of grass sportsfields, are high in periods with a precipitation surplus ($N - E > 0$). On sand covered clay soils the heads in the toplayer range mainly from -20 to -50 on sandy soils from -40 to -70 cm water column. A considerable decrease in head is not measured until an evaporation surplus arises in spring.

In spite of deep groundwater tables large soil water pressure heads occur. In a precipitationless winter period groundwater levels of about 1.30 m beneath soil surface coincide with heads in the sandy toplayer of clay soils ranging from -20 to -50 cm water column. Equilibrium between soil water pressure head in the toplayer and depth of the groundwater table, as assumed to be holding in periods without precipitation and evaporation, has not been found on the clay soils and some of the sandy soils. An explanation may be the small hydraulic conductivity of these soils. This means, however, that a certain groundwater table depth used as criterion for the design of artificial drainage of grass sportsfields does not always give a guarantee for low soil water pressure heads in the toplayer and so for good playability.

Relation between Penetration Resistance and Soil Water Pressure Head at different Bulk Densities of the Toplayer

Penetration resistance depends on dry bulk density and soil water pressure head. The relation between these factors as measured on field A during the wet part of the playing seasons 1972/1973 and 1973/1974 is given in fig. 12. The three play intensities, and therefore bulk densities levels correspond to the three experimental plots. The boundaries between which the soil water pressure heads in the toplayer mainly range in winter and the penetration resistances required for intensive and moderately intensive play are indicated. The figure shows that field A is well playable at the heads prevailing in winter. Only under very wet circumstances ($\psi > -20$ cm) decreases the penetration resistance on plot 3 below the penetration value required for intensive play. At the densities shown, heads of -20 cm (plot 3) and of -10 cm (plot 2) are required to satisfy the desired penetration resistances of 14 respectively 10 kg per cm^2 .

Referring to fig. 12 it generally can be said

- the higher the bulk density of a toplayer, the wetter the toplayer may be to reach a certain penetration value;
- at equal soil water pressure heads a higher bulk density gives a higher penetration resistance.

Improvement of the playability as far as depending on firmness of the toplayer accordingly can be found in two ways: by increasing the bulk density, for example by topdressing

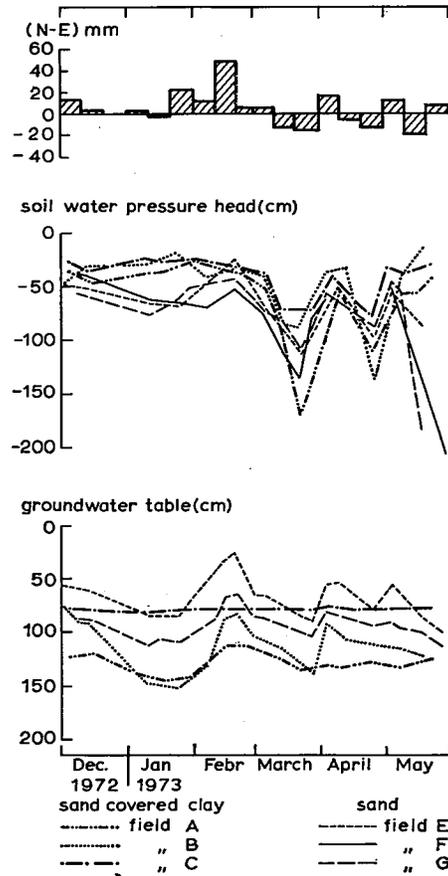


Fig. 11. Precipitation surplus per decade (N - E), soil water pressure head in the toplayer and groundwater table for six grass sportsfields during winter and spring of 1972/1973.

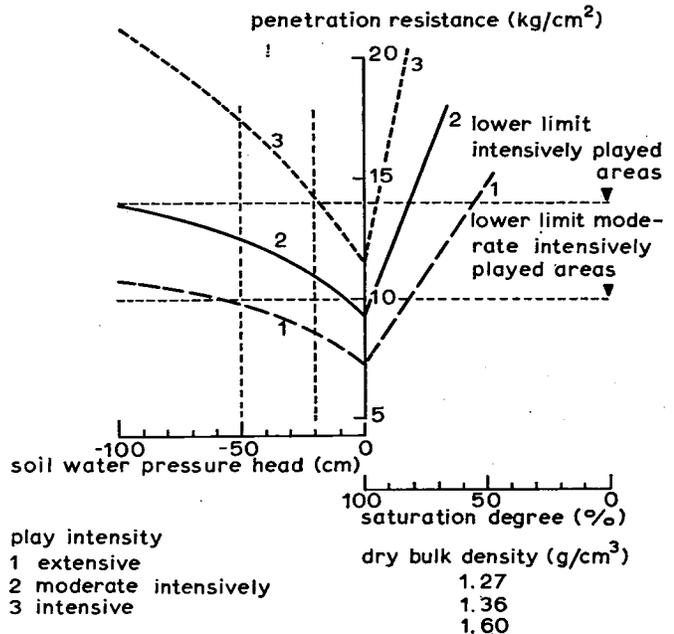


Fig. 12. Relation between penetration resistance, soil water pressure head and saturation degree at three dry bulk densities of the toplayer of field A.

with sand combined with rolling or by compacting alone, and by decreasing the soil water pressure head in the toplayer. As fig. 11 shows, the possibilities to decrease soil water pressure heads in winter are limited, even by artificial means as the well drained fields indicate. An increase in bulk density seems therefore in many cases the most suitable improvement measure, at least as far as admissible with regard to the hydraulic conductivity of the toplayer.

A certain field condition is not a stationary state (see fig. 11). For a good playability the bulk density of the sandy toplayer has to be maintained at a certain level. When bulk density decreases, playability and dependability of a field deteriorate. This was the case with field A as is demonstrated in fig. 13.

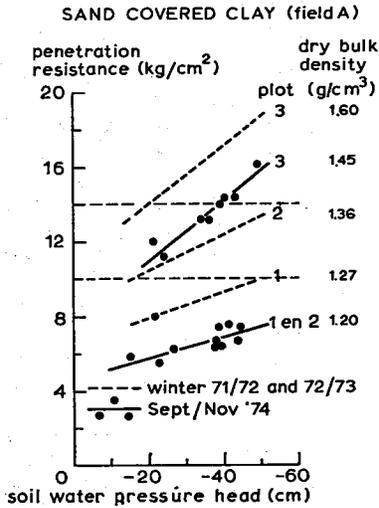


Fig. 13. Relation between penetration resistance and soil water pressure head at various dry bulk densities of field A. Observations from September up to half November 1974: filled dots; observations during two foregoing winters: broken lines.

During the period September up to half November 1974 the penetration resistances as measured within the same range of soil water pressure heads (full lines) were lower than during the two winters before (broken lines). On the most intensively played parts of the field (plot 3) the bulk density decreased from 1.60 to 1.45 g per cm^3 , on the moderate intensively and still less frequently used parts (plots 2 and 1) the bulk density decreased from 1.36 and 1.27 to 1.20 g per cm^3 . At these decreased bulk densities the toplayer must be drier than in the years before, in this case soil water pressure heads of -40 cm on plot 3 and -80 cm on plot 2 would be needed to satisfy the playability requirements of 14 respectively 10 kg per cm^2 penetration resistance. For this field a soil water pressure head of -80 cm was not found during winter (see fig. 11) and one of -40 cm only under dry winter weather conditions. The lessened playability and dependability of this field was due to a change in management which was attended with an omittance of measures necessary to maintain the bulk density at a certain level, as for example by regularly dressing with sand and rolling during the play season.

Sward Density

An aspect not yet discussed is the effect of playing on wear of the sward. As appears from fig. 14, sward density is strongly connected with play intensity. The sward density, assessed as the fraction of the ground surface covered by grass, follows the same trend on the various sportsfields. Only field G differs from the others as it was hardly used during the season 1972/1973. On the most intensively used parts of the field the reduction in sward density amounts to 80 to 90 per cent and on the almost not used parts to 20 to 30 per cent. The reduction in sward density may be caused by mechanical damage of the turf grasses or by insufficient aeration of the topsoil or by mechanical impediments for rooting because of a too dense topsoil or by a combined effect of these factors. To perform effective maintenance measures the importance of each of these factors must be known. The investigation therefore also involves this aspect.

The shape of the curves in fig. 14 corresponds with the curves describing dry matter production of grass in time. The period of recover of the sward begins with the regrowth of grass around the middle of April. The reduction in sward density generally starts in September or October. In this period the

sward density (%)

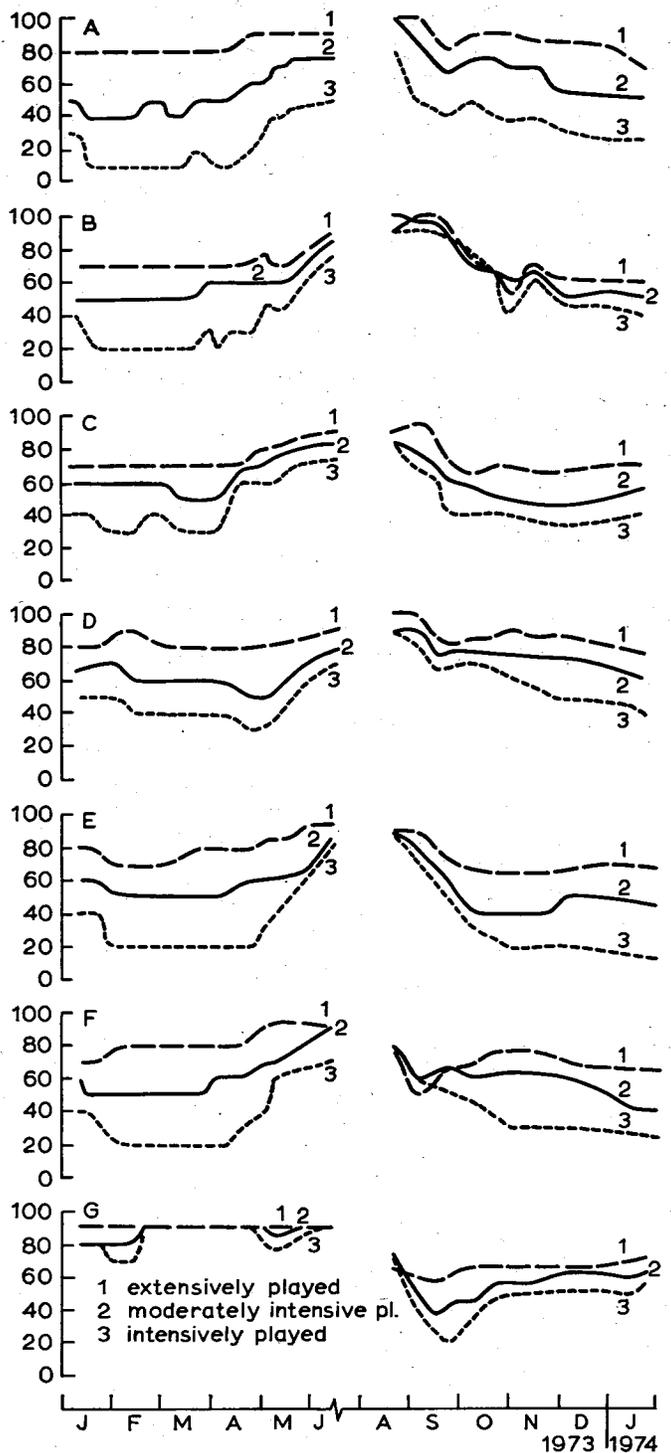


Fig. 14. Course of sward density on the experimental plots on the seven grass sportsfields.

use of sportsfields is again intensified as compared with the summer period, grass growth lessens and wet soil conditions in the toplayer begin to dominate as a result of an increasing precipitation surplus. When damaged, the grass hardly recovers. In 1973 the reduction in sward density started on the most unsprinkled grass sportsfields in the Netherlands already in August because of drought. In view of the above, sward density cannot be seen as a strict condition or qualification for a good playability of sportsfields. During the first two winters of the investigation, (1972/1973 and 1973/1974) the fields A, D, E and F could be characterized, on basis of penetration resistance and number of cancelled matches, as dependable fields, still the reduction in sward density appeared to be of the same order as on the less dependable fields. The requirements for a continuously well playable field and for a

dense sward on the more intensively played parts of the field are somewhat contrary. For a good playability at soil water pressure heads as prevailing during a considerable part of the play season, a toplayer with a rather high penetration resistance is required. A healthy growth of grass on the other hand requires a more loose structure. Quantifying the necessary soil physical properties may provide an answer to these controversial aims.

Literatur

- ANONYMOUS, 1971: Cultuurtechnisch Vademecum. Cult. techn. Vereniging, Utrecht.
 BOEKEL, P., 1972: Onderzoek naar de stevigheid van de toplaag van de sportvelden in de gemeente Haren in de winter 1970/1971. Rapport 4. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren.
 PIETERS, J. H., 1961: Gevoeligheid van grasland voor vertrapping. Landbouwworlichting 18. 377-383.
 SCHOTHORST, C. J., 1968: De relatieve dichtheid van humeuze gronden. De Ingenieur 80. 2: 1-8.

Summary

On seven grass sportsfields with a sandy toplayer, differing with regard to profile and drainage, during the winters 1972/1973 and 1973/1974 an investigation was made to derive a reproducible criterion for playability and to determine the soil physical properties affecting firmness or bearing capacity and their influence on playability. A penetrometer proved to be a useful instrument to estimate quickly and objectively the playability of grass sportsfields. It was found that for football purposes a penetration resistance is required of at least 14 kg, respectively 10 kg per cm², (penetrometer cone: 1 cm²) on intensively respectively moderate intensively played parts of the field. A survey of the dependability of grass sportsfields was made by observations of the penetration resistance over a long period. The playability, as far as depending on bearing capacity or penetration resistance, is determined by the soil water pressure head and the bulk density of the toplayer. This head ranges during winter on sand covered clay profiles and sandy profiles mainly between the boundaries -20 to -50 respectively -40 to -70 cm water column. Within this range of soil water pressure heads an increase of bulk density by dressing with sand or, when sufficiently high sand contents in the toplayer are present, by compacting by means

of rolling appeared to be the most suitable measure to improve the bearing capacity of grass sportsfields in winter. With regard to sward density it can be stated that the requirements for a continuously well playable field and for a dense sward on the more intensively played parts of the field are controversial aims.

Zusammenfassung

Sieben Rasensportfelder mit Sand gemischten Oberflächen und verschiedenem Profilaufbau und Entwässerung sind im Winter 1972/1973 und 1973/1974 zur Feststellung der reproduktionsfähiger Kriterien der Bespielbarkeit und zur Ermittlung der bodenphysikalischen Eigenschaften und ihres Einflusses auf Tragfähigkeit der Oberflächenschicht und damit auf die Bespielbarkeit untersucht worden. Zur Kennzeichnung der Bespielbarkeit hat sich das Penetrometer als ein verwendbares Instrument gezeigt. Für Fußball auf intensiv beziehungsweise mäßig intensiv bespielten Teilen eines Feldes sind Penetrationswiderstände von wenigstens 14 bzw. 10 kg pro cm² erforderlich (Penetrometerkonus: 1 cm²). Der während einer langen Periode gemessene Verlauf des Penetrationswiderstandes gab ein genaues Bild der Betriebssicherheit von Rasensportflächen. Die Bespielbarkeit, soweit sie von der Tragfähigkeit oder dem Penetrationswiderstand abhängt, wird bestimmt von Saugspannung und trockenem Volumengewicht des Bodens. In den Niederlanden wechselt in Perioden mit einem Niederschlagsüberschuß (Oktober bis März) die Saugspannung in den obersten Zentimetern einer sandigen Tragschicht auf Tonboden zwischen -20 bis -50, auf Sandböden zwischen -40 bis -70 cm Wasserdruck. In dem im Winter überwiegenden Saugspannungsgebiet ist eine Steigerung des trockenen Volumengewichtes durch 'Topdressing' mit Sand und, bei ausreichendem Sandgehalt der Tragschicht, durch Bewalzung die meist geeignete Maßnahme zur Besserung des Penetrationswiderstandes und damit der Bespielbarkeit von Rasensportfeldern. In bezug auf die Dichte der Rasendecke muß bemerkt werden, daß die Erfordernisse die an Flächen mit dauernder guter Bespielbarkeit gestellt werden, den Anforderungen an eine dichte Rasendecke auf den intensiv bespielten Teilen entgegengesetzt sind.

Be- und Entwässerung von Rasenflächen nach dem CELLSYSTEM

R. Moesch, Zofingen

1. Einführung

CELLSYSTEM ist nicht nur eine kombinierte Be- und Entwässerung für Rasenflächen, sondern ein Kulturverfahren, das sich für viele weitere Bereiche anwenden läßt. Der Grundgedanke dafür entstand in Afrika, um für die Bewässerung möglichst viel Meteorwasser zu nutzen, beziehungsweise bei intensiven Niederschlägen das Wasser im Recyclingverfahren schnell von der Bodenoberfläche abzuführen und zu speichern. In diesem Sinne wurden denn auch die ersten CELLSYSTEM-Anlagen als Greens und Tees auf Golfplätzen in den Jahren 1962 und 1964 in Nairobi, Kenya und Ladysmith, Südafrika, gebaut.

Nachdem sich diese Baumethode auch für eine absolute und rasche Entwässerung in den niederschlagsreichen Pazifik-Küstengebieten von Canada bewährte, wurden dort seit 1969 CELLSYSTEM-Rasenflächen für die verschiedensten Sportarten, wie Fußball, Rugby, Landhockey, Lawnbowling, Golf und für Schulanlagen gebaut.

1972 wurde eine Versuchsparzelle, 1973 ein Golfgreen und 1974 ein Spielfeld für Korb- und Handball in der Schweiz konstruiert. 1975 werden, bzw. sind in Europa bereits gebaut:

Frankreich

- 1 Klein-Schulspielfeld (als Testplatz für weitere Anlagen)
- 1 Korb- und Handballfeld

- 2 Kombinationsstadien
- 1 Rugbyplatz

Österreich

- 1 Kombinationsstadion

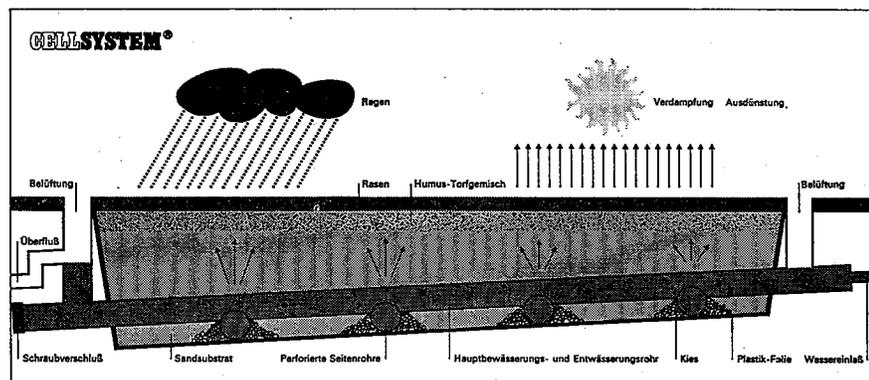
Deutschland

- 2 Kombinationsstadien

Schweiz

- 1 Kombinationsstadion
- 1 Schulspielfeld

Die bisher in Europa gemachten CELLSYSTEM-Erfahrungen sind ebenfalls sehr positiv.



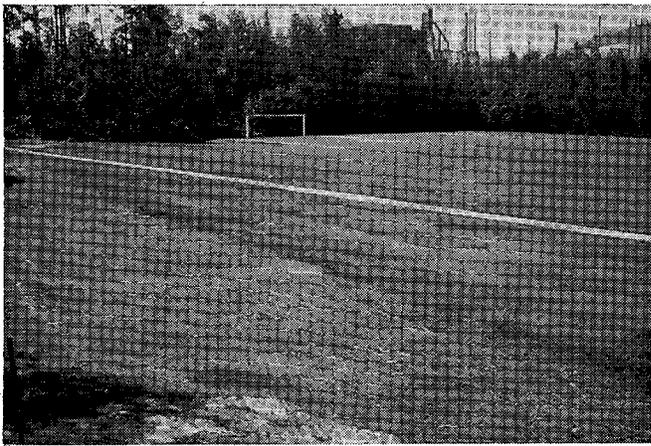


Bild 1: Das CELLSYSTEM hebt sich deutlich von der konventionell gebauten Rasenfläche ab. Die Grasnarbe ist dicht und entwässert rasch.

2. Was ist CELLSYSTEM?

CELLSYSTEM ist ein geschütztes, **wirklich neues Rasen-Bau-system**, das sich mit keiner konventionellen Methode vergleichen läßt. Die Be- und Entwässerung erfolgt durch das gleiche Rohrnetz und durch dieses können während des Sommers auch Nährstoffe und Luft unterirdisch und direkt zum Wurzelsystem geleitet werden.

3. Welches sind die Hauptvorteile von CELLSYSTEM?

Praktisch unabhängig von lokaler Bodenbeschaffenheit,

= minderwertiges Land kann verwendet werden.

Rasche, effektvolle Entwässerung,

= keine Spielverschiebungen und besser bespielbar.

Sammlung, Speicherung und Recycling von Meteor- und Leitungswasser,

= geringerer Wasserverbrauch im Sinne der Wirtschaftlichkeit und des Umweltschutzes.

Unterirdische Bewässerung, Düngung und Tiefendurchlüftung,

= starkes Wurzelsystem, regelmäßiges Wachstum und erhöhte Strapazierfähigkeit.

Elastische Grasnarbe,

= ermüdungsfreier und verletzungs-extensiver.

Verlängerte Wachstumsperiode im Frühling und Herbst,

= bessere Ausnützung.

Kurze Bauzeit.

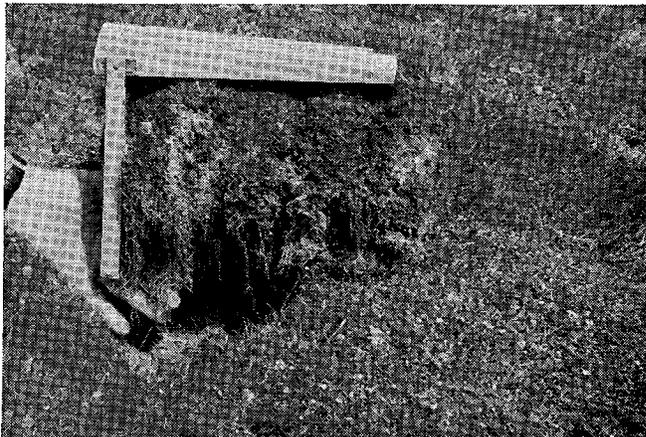


Bild 2: Das Wurzelsystem entwickelt sich kräftig im CELLSYSTEM.

4. Wie wird CELLSYSTEM gebaut?

Die Systembezeichnung sagt aus, daß Zellen konstruiert werden. Die Verlegung des Rohrsystems erfolgt in einer großen durch Kunststoff-Folien geschaffenen Wanne. Diese kann auf bestehendem Bodenniveau aufgebaut werden oder es wird im Schnitt ca. 40 cm ausgehoben. Je nach Verwendungszweck und meteorologischen Verhältnissen erfolgt die „Zellenplanie“ und die Einleitung des Rohrmaterials in mehr oder weniger Zellen. Vor dem Verlegen der Kunststoff-Folien wird der Unterbau von Steinen, Wurzeln, usw. gesäubert und durch walzen verdichtet.

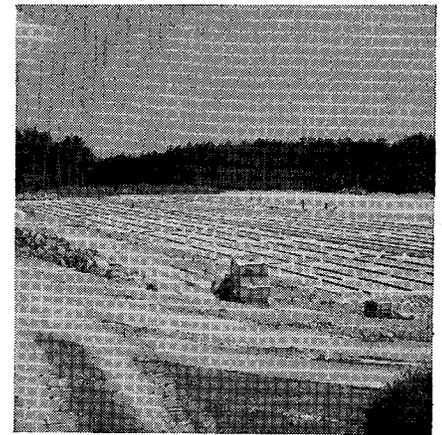


Bild 3: CELLSYSTEM-Stadion Lindabrunn, Österreich. Gesamtes Rohrnetz verlegt. Eine Platzhälfte ist bereits mit Sand zugeschüttet.

Pro Norm-Spielfeld (ca. 7000 m²) wird mindestens 3500 m Rohrmaterial NW 80 mm nach einer besonderen Methode unmittelbar auf die Folie verlegt. Die gleichen Rohre dienen der Be- und Entwässerung. Die Sauger- bzw. Bewässerungsrohre sind geschlitzt und die Ab- bzw. Zuleitungsrohre ungeschlitzt. Der Abstand der Sauger- und Bewässerungsrohre richtet sich wiederum nach meteorologischen und Benützungsverhältnissen. Bei der Entwässerung sammeln die Sauger-Rohre das Überschusswasser und führen es zu den Ableitungsrohren, während für die Bewässerung allfällig benötigtes Leitungswasser durch die ungeschlitzten Rohre an die horizontal verlegten geschlitzten Rohre abgegeben wird.

Das Wasser-Niveau wird durch verschiedene Spezialstücke geregelt. Während der Wachstumszeit wird der Stand hoch gehalten, daß möglichst viel Wasser in der Tragschicht – bis ca. 120 Liter pro m² – gespeichert werden kann. Im Winter wird auf rasche und anhaltende Entwässerung umgestellt. Selbst wenn im Sommer auf volle Speicherkapazität geschaltet wird, ist die Tragschicht stets nur feucht und nie mit Wasser übersättigt. Bei langanhaltender, starker Trockenheit kann unterirdisch Leitungswasser in die Zellen geführt werden. Zufolge des porösen Aufbaues verteilt sich dieses horizontal und vertikal.

Die Drän- und Rasentragschicht ist durchschnittlich 35 cm stark. Sie besteht aus gleichem Material – in der Regel gewaschener Sand –. Der Sand wird durch Vorschüttung direkt in das Spielfeld eingebracht oder am Rande gekippt und durch Raupenmaschinen über das Rohrsystem verstoßen.

Für die Wasser- und teilweise auch für die Nährstoffspeicherung wird nasser Torf der obersten Sandschicht von 12 bis 15 cm beigemischt. Als Grunddüngung werden 200 g/m² von je minimal 30 g Reinnährstoffen N, P, K plus Spurenelementen verabfolgt. Die Einarbeitung des Torfes und Düngers erfolgt maschinell.

Vor der ebenflächigen Feinplanie wird mit einer mittelschweren Walze gewalzt. Die Saatgut-Mischung wird den örtlichen Verhältnissen angepaßt. Im mitteleuropäischen Raum besteht diese z. Zt. aus:

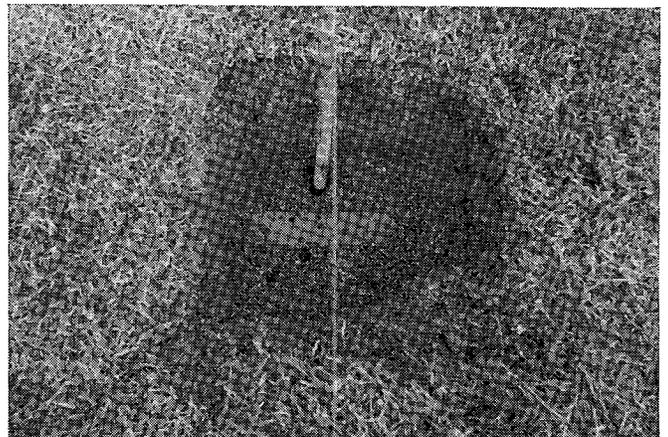


Bild 4 a: CELLSYSTEM-Bewässerungseffekt an drei verschiedenen Stellen und Zeitpunkten festgehalten. Aufbau- bzw. Tragschicht \varnothing 35 cm stark. Vor unterirdischer Bewässerung: Sandschicht leicht feucht.

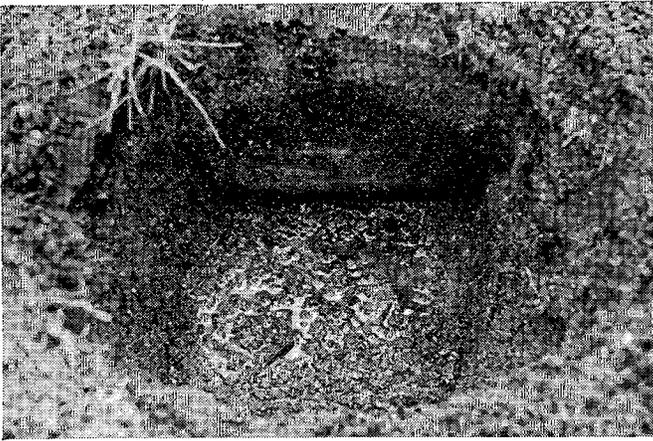
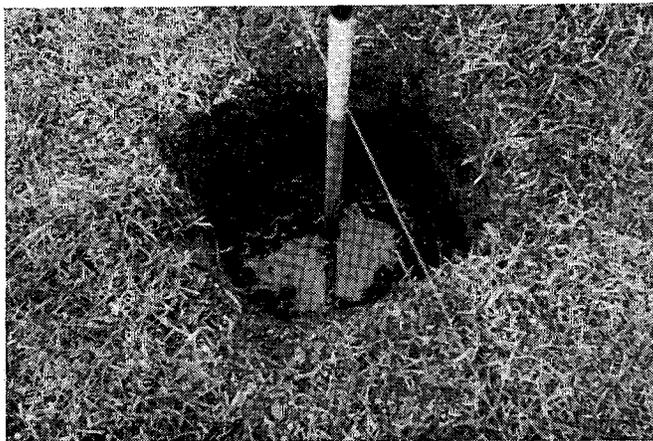


Bild 4 b: 2 Stunden nach unterirdischer Bewässerung: Wasserstand ca. 5 mm.

Bild 4 c: Nach 4 Stunden unterirdischer Bewässerung: Wasserstand ca. 20 mm.



- 40 % Poa pratensis-BARON
- 35 % Poa pratensis-PARADE oder MERION
- 5 % Phleum nodosum-SPORT
- 20 % Lolium perenne-MANHATTAN.

Gesät wird 25 g/m², je 50 % kreuzweise, 2 cm tief. Nur auf Sandboden kultivierte Rasensoden werden für die Verlegung auf CELLSYSTEM verwendet.

CELLSYSTEM-Anlagen werden nach dem Einbringen der Sandschicht langsam unterirdisch bewässert, so daß diese regelmäßig befeuchtet wird. Nach der Ansaat wird auch von oben beregnet bis die Wurzelbildung genügend kräftig und mindestens 15 cm tief ist. Dies ist in der Regel bereits nach 4 bis 6 Wochen der Fall. Vor dem ersten Schnitt – bei ca. 6 cm, auf 4 cm Höhe – wird die Rasenfläche nochmals leicht gewalzt. Sechs und zehn Wochen nach der Ansaat wird je 100 g/m² eines überwiegend stickstoffhaltigen Volldüngers mit Langzeitwirkung gestreut.

5. Wie ist CELLSYSTEM organisiert

Die CELLSYSTEM AG/SA/LTD, CH-4800 Zofingen, schließt weltweit mit renommierten Firmen Lizenzverträge für bestimmte Regionen ab. Projektplanung und Bauaufsicht führt die CELLSYSTEM AG/SA/LTD aus. Es werden laufend Versuche durchgeführt und an Weiterentwicklungen gearbeitet. Es liegen bereits weitere Neuentwicklungen vor, die teilweise schon praktisch realisiert wurden. Die neuen Erkenntnisse werden den Lizenzvertretern zur Verfügung gestellt.

In Deutschland, Frankreich, Österreich und der Schweiz bestehen bereits über zwanzig Lizenzvertreter.

Zusammenfassung

Es wird über das CELLSYSTEM als Baumethode für Rasenflächen berichtet. Hauptmerkmale sind

- die vollständige Isolierung der Drän- und Tragschicht vom bestehenden Boden,
- die Möglichkeit der sofortigen und effektvollen Entwässerung,
- die Sammlung, Speicherung und das Recycling von Meteor- und Leitungswasser.
- die unterirdische Bewässerung, Düngung und Tiefendurchlüftung mittels gleichem Rohrnetz.
- der Aufbau der porösen Drän- und Rasentragsschicht mit dem gleichen Material.

Summary

A review is given of the "Cellsystem" as a method to establish turfs, whose principal features are as follows:

- complete isolation of the drainage and carrying layer from the existing soil,
- immediate and effective drainage possible,
- accumulation, storage and recycling of meteor and tap water,
- sub-surface irrigation, fertilization and depth-airing with the same network of pipes,
- establishment of a porous drainage and turf carrying layer by means of the same material.

Beanspruchbarkeit verschiedener Rasengräserarten und -sorten

B. Bourgoin, P. Mansat, J. Poupart, M. Quesnoy, Lusignan

Der Durchschnittsfranzose, seine Kinder und seine Hunde gehen, sitzen und laufen in ständig zunehmendem Maße auf den Rasenflächen von privaten, gemeinschaftlichen oder öffentlichen Gärten herum. In der Nähe der Städte werden immer mehr Spielplätze angelegt, deren mit Gras besäte Flächen den Aktivitäten der physischen Entspannung offenstehen. Die als Sportplätze (für Fußball, Rugby, Golf) benutzten Flächen nehmen ständig zu und die immer zahlreicher werdenden Sportfreunde verlangen eine grüne Fläche von guter Qualität. Die den Vergnügungen der Menschen geweihten Rasenflächen werden infolgedessen durch deren physische Anwesenheit einer stärkeren Beanspruchung (englisch: wear) ausgesetzt als in vergangenen Zeiten.

Aus der Untersuchung von F. M. LENEY (7) geht hervor, daß die zerstörende Wirkung im Grunde genommen von unterschiedlicher Stärke ist: Druckeinwirkung durch sitzende oder liegende Haltung, Gehen, langsames Laufen, schnelles Laufen mit Anlauf und abruptem Anhalten. Die Intensität dieser Einwirkungen schwankt auch mit der Häufigkeit der Benutzung des jeweiligen Geländes.

Der Pflanzendecke werden an ihren sich außerhalb des Bodens befindlichen Teilen Beschädigungen zugefügt: Zerdrücken

von Blättern, von Wurzelschößlingen, Wurzeltriebkrone und Wurzelstöcken sowie Abwetzen und Zerreißen. Die unterirdischen Teile sind ihrerseits der beschädigenden Einwirkung durch gewaltsames Zer- und Ausreißen, häufig auch durch Zusammenpressen des Bodens ausgesetzt. N. G. BAILLEY, welchen F. M. LENEY anführt (7), hat vermittels einer Vorrichtung, die die Einwirkung auf die sich außerhalb der Erde befindlichen Teile von derjenigen des Bodenzusammenpressens trennt, bewiesen, daß erstere eine größere Rolle spielt, daß dies aber je nach den Arten schwankt. In Wirklichkeit treten beide Arten der Beschädigung gleichzeitig auf, dies jedoch mit nach Art der Benutzung (Wagen, Gehen, Rugbygedränge) jeweils verschiedener Stärke.

Das Verhalten der Pflanzen unter den Bedingungen normaler Beanspruchung einzuschätzen ist vermutlich das beste Verfahren (W. SKIRDE, 12), in der Praxis ermöglicht es jedoch kein schnelles Ermessen des Wertes einer großen Anzahl von Sorten. Deshalb wurden seit etwa zwanzig Jahren verschiedene Maschinen erfunden und dazu benutzt, die Einwirkung der Menschenfüße nachzuahmen (siehe Übersicht bei J. P. SHILDRICK, 11). Die Wahl des Geräts läßt entweder das Zerdrücken oder Zusammenpressen des Bodens (Stollenwalze

vom Typ VAN DER HORST) oder die Einwirkung durch Zer- oder Ausreißen (abgewandelte Erdauflockerungsmaschine von J. P. SHILDRICK) überwiegen. Der Wunsch, die Gesamtheit der beschädigenden Einflüsse zu erfassen, hat zur Folge, daß die Konzeption der Maschinen immer stärker darauf hinzielt, die verschiedenen Arten der Beanspruchung zusammenzuschließen: das neue Walzensystem von VAN DER HORST (16) bewirkt auch in gewissem Maße ein Ausreißen, an die abgewandelte Erdauflockerungsmaschine von J. P. SHILDRICK ist nun eine einfache Walze von vorhergenanntem Typ angeschlossen, die Vorrichtung von YOUNGNER (18) ist mit zwei parallel eingebauten Rädern mit verschiedener Einwirkung versehen.

Der Grad des Zusammenpressens des Bodens schwankt zwangsläufig mit der Bodenbeschaffenheit, und das Gleiche gilt folgedessen auch für die Intensität der Einwirkung, die sich daraus für die Pflanze ergibt. Die Toleranz beschädigenden Einflüssen gegenüber hängt dabei von ihrer Anpassung an die Umwelt (Klima, Bodenbeschaffenheit, Parasiten) ab. Diese Elemente müssen in den Erklärungen berücksichtigt werden.

Die Verhaltensunterschiede der verschiedenen Arten wurden aufgrund von Beobachtungen, die entweder unter den Bedingungen normaler Benutzung oder bei künstlichen Versuchen angestellt wurden, von verschiedenen Autoren, namentlich V. B. YOUNGNER (18), J. P. VAN DER HORST (15, 16, 17), W. SKIRDE (12, 13), J. P. SHILDRICK (10, 11); R. S. SHEARMANN und J. P. BEARD (8), P. BOSCOVIC (3), P. J. BRYAN und W. A. ADAMS (1), P. BOEKER (2), B. BOURGOIN (4, 5), hervorgehoben. Die Schwankungen zwischen Sorten wurden ebenfalls, allerdings seltener, von gewissen Autoren, namentlich J. P. VAN DER HORST und Mitarbeiter (15, 17) J. P. SHILDRICK und Mitarbeiter (10, 11) B. BOURGOIN (5) deutlich hervorgehoben. Je nach dem Ort der Untersuchung treten Widersprüche auf: Phleum bertolonii ist sehr interessant in Bingley, weit weniger in Papendal. Festuca rubra wird allge-

mein als wenig widerstandsfähig betrachtet, in Bingley aber weisen gewisse Typen und Sorten derselben befriedigende Resultate auf. Der Wert von Poa pratensis schwankt ebenfalls je nach Ort der Untersuchung und eigentlich je nach der getesteten Sorte. Lolium perenne allein scheint allgemein zufriedenstellend zu sein.

Es bestehen also zahlreiche Schwankungsfaktoren in der Definition und der Einschätzung der Toleranz den Abnutzungseffekten gegenüber (wear tolerance).

Nachdem das Verhalten der Arten und Sorten in den verschiedenen klimatischen Zonen Frankreichs (4, 5) genau erfaßt worden war, war es nun angebracht, die Widerstandsfähigkeit den Abnutzungseffekten gegenüber unter unseren Bedingungen zu bemessen. Untersuchungen wurden 1972 in diesem Sinne in Lusignan vorgenommen.

Das Thema des vorliegenden Berichts ist die durch den Menschen selbst bewirkte Abnutzung, d. h. hauptsächlich jene, die sich aus der Tritteinwirkung in ihren verschiedenen Formen (treading) ergibt. Das Zerdrücken (trampling) und das Zusammenpressen des Bodens erschienen uns als die beiden häufigsten Einwirkungen; sie stellen außerdem eine gemeinsame Eigenschaft der verschiedenen Formen der Benutzung – Gehen, Trippeln (sehr häufig auf Sportplätzen), schnelles Laufen, ja sogar sitzende oder liegende Haltung – dar. Infolgedessen entschied man sich für die einfache Walze vom Typ VAN DER HORST. Die Einwirkung durch Aus- und Zerreißen wurde folglich kaum in Betracht gezogen.

Die Untersuchungen gehen darauf hinaus, die inter- und intraspezifische Veränderlichkeit in der Toleranz den Abnutzungseffekten gegenüber je nach der Intensität der Tritteinwirkung zu bemessen.

1. MATERIAL und BEDINGUNGEN der UNTERSUCHUNGEN

1. Boden:

- tonige Schlämmerde (Ton: 20 %, Schluff: 64 %) mit niedrigem Gehalt an organischen Stoffen
- pH-Wert: leicht sauer, 6,2

TABELLE I

Versuch 1971: VERHALTEN BEI TRITTEINWIRKUNG IN VERBINDUNG MIT DER SCHNITTHÖHE ZU VERSCHIEDENEN ZEITPUNKTEN

Arten	Sorten	Starke Beanspruchung, 2 cm								Starke Beanspruchung, 4 cm												
		1972		1973		1974		1975		1972		1973		1974		1975						
		6.7	14.9	20.4	21.9	4.6	12.9	18.4	18.4	6.7	14.9	20.4	21.9	4.6	12.9	18.4						
AGROSTIS CANINA	BARBELLA BARIDA	5	3	3	4	3.5	4.2	0.2	5	4	3	3.2	3.5	3	0	5	3	1	1.7	0.5	2.5	0
		5	4	2	3.7	2.2	0	0	5	3	1	1.7	0.5	2.5	0	5	3	1	1.7	0.5	2.5	0
AGROSTIS TENUIS	BARDOT ORBICA	5	4.5	4	4.2	3.7	3.5	1.2	5	5	4.5	5	3	4.2	0.7	5	5	4	4.2	2.2	3.5	0
		4	5	3	3.7	3.7	3.7	0.2	4	5	4	4.2	2.2	3.5	0	4	5	4	4.2	2.2	3.5	0
CYNOSURUS CRISTATUS	CREDO	5	3	4	4.5	3.5	2.5	1	5	4	4	3.5	3.5	2.5	1	5	4	4	3.5	3.5	2.5	1
FESTUCA ARUNDINACEA	LUDELLE LUDION	5	4	5	4.7	2.2	4	1.5	5	5	5	4.5	2.7	3.7	3	5	5	5	5	4.7	4.5	4.2
		5	5	5	5	4.5	5	3.5	5	5	5	5	4.7	4.5	4.2	5	5	5	5	4.7	4.5	4.2
FESTUCA OVINA DURIUSCULA	BILJART	5	4	4	5	4.5	4.2	2.2	5	4	4	4.7	3.2	4.2	1.2	5	4	4	4.7	3.2	4.2	1.2
FESTUCA OVINA TENUIFOLIA	BAROK	5	3.5	3	3.7	3.2	4	0	5	4	3	1.5	1.5	2.7	0	5	4	3	1.5	1.5	2.7	0
FESTUCA RUBRA COMMUTATA (NIGRESCENS)	FAMOSA FLEVO	5	4	4	4	4.7	4.7	4.5	5	4	4	4.5	3.7	4.2	3.2	5	4	4	4	4.5	3.7	4.2
		5	4	4	4.2	4	4	3.5	5	4	4	4	3.5	3.5	2.5	5	4	4	4	3.5	3.5	2.5
FESTUCA RUBRA RUBRA	GRACIA RUBINA	4	3	3	3.2	2.7	3.2	2	4	3	3	2.5	1.5	1.7	1.2	4	3	3	2.5	1.5	1.7	1.2
		4	3	3	3.2	1.7	2.5	1.5	4	3	3	2.2	2.2	2.2	1.7	4	3	3	2.2	2.2	2.2	1.7
LOLIUM PERENNE	PERMA SEMPERWEIDE TRIANON VIGOR	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		5	5	4.5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
PHLEUM BERTOLONII	SPORT	5	4	5	5	5	4.7	5	5	4	4	5	4.5	5	5	5	4	4	5	4.5	5	5
PHLEUM BOEHRMERI	F D I	4	2.5	3	2.5	0.7	1.2	0	4	2.5	1	1	0.2	0.2	0	4	2.5	1	1	0.2	0.2	0
POA NEMORALIS	BARNEMO	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
POA PRATENSIS	BARON MONOPOLY SILO	5	5	5	4.7	4	4.2	3	5	5	5	5	3.5	4.2	3	5	5	5	5	3.5	4.2	3
		5	4	4	5	4.2	4.5	2.5	5	5	4	4.7	4.2	4	3	5	5	4	4.7	4.2	4	3
		5	4.5	4	5	1.5	2.2	0	5	4.5	3	4	2	1.5	0	5	4.5	3	4	2	1.5	0
MISCHUNG	1/2 HIGHLIGHT 1/2 LUDION	5	4.5	4	5	4.7	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4
		5	4.5	4	5	4.7	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4

2. Klima:

Die klimatischen Gegebenheiten (Regen und Temperaturen im Monatsdurchschnitt der Jahre 1970 bis 1974) nachfolgender Tabelle zeigen, daß in Lusignan Meeresklima vorherrscht mit relativ kühlem Winter und recht warmem Sommer.

Die Niederschläge sind etwas stärker im Herbst und Winter als gegen Ende des Frühjahrs und während des Sommers, die eher trocken sind.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Niederschläge in mm insgesamt: 713 mm	79,4	75,0	42,6	46,0	73,8	59,1	33,6	66,2	55,7	48,2	92,3	41,1
TEMPERATUREN (unter Schuttdach) in C°	4,7	5,2	6,2	9,1	12,9	16,0	18,6	18,6	15,5	10,4	7,5	4,7
Absolutes Minimum in C°	- 7,2	- 3,3	- 3,9	- 0,8	2,2	6,0	8,2	7,6	3,5	- 0,1	- 2,6	- 6,3
Absolutes Maximum in C°	-13,7	12,8	17,7	21,0	24,5	28,1	31,8	32,6	28,1	21,5	18,7	13,7

3. Versuchspflanzen:

Es werden zur Zeit etwa 500 Sorten, darunter ungefähr 30 Arten (aber nur 10 wichtige), die unter Tritteinwirkung stehen, untersucht. Im vorliegenden Bericht werden nur die Resultate von 2 Versuchen wiedergegeben, die speziell unternommen wurden, um dies zu überprüfen.

Der erste, der 1971 begonnen und 4 mal wiederholt wurde, betrifft 13 Arten mit 23 verschiedenen Sorten und 1 Mischung von 2 Sorten (Tabelle 1).

Der zweite, der 1972 begonnen und 2 mal wiederholt wurde, umfaßt nur 2 Arten, Festuca rubra und Poa pratensis, aber jede ist durch 10 Sorten vertreten (Tabelle 3).

4. Mähen:

Walzenmäher mit 5 Messern.

Das Mähen fand jede Woche statt, von Ende März bis Mitte Juli, danach alle 2 Wochen bis Ende August und erneut 1 mal pro Woche bis Mitte Oktober.

Im Herbst und Winter wurde nur gemäht, wenn es notwendig erschien. Die Schnitthöhen betragen 2, 4 oder 6 cm, je nach Versuch. Das gemähte Gras wurde aufgesammelt.

5. Pflege:

Düngen: Jährlich wurden 200 Einheiten Stickstoff (Ammoniumnitrat) gegeben, verteilt auf 4 verschiedene Zeitpunkte, und 150 Einheiten Phosphorsäure und Kali im Herbst.

Beregnung: Beregnung wurde ein einziges Mal im Oktober 1973 an Versuchen durchgeführt, die 1970 und 1971 begonnen hatten.

6. Trittmachine:

Sie besteht aus einer Walze von 200 kg Gewicht, die mit Stollen versehen ist, die identisch mit denen von Fußballschuhen sind. Der ausgeübte Druck, unter Berücksichtigung des Fahrgewichtes beträgt 8,7 kg/cm².

7. Häufigkeit der Bewalzung:

Bei den gesamten Versuchen wurden 3 Intensitäten angewandt:

- 2malige Benutzung pro Woche = leichte Beanspruchung

- 4malige Benutzung pro Woche = mittlere Beanspruchung

- 6malige Benutzung pro Woche = starke Beanspruchung

Diese 2, 4 oder 6 Passagen fanden am gleichen Tag statt.

Bei dem Versuch von 1971 standen die Trittfrequenzen außerdem in Verbindung mit 2 Schnitthöhen (2 cm und 4 cm):

- 2 mal pro Woche vom 10. 4. 1972 bis zum 26. 7. 1974 ohne Unterbrechung, danach wieder vom 11. 9. 1974 bis 24. 4. 1975.

- 6 mal pro Woche vom 10. 4. 1972 bis zum 14. 6. 1972; vom 30. 8. 1972 bis 15. 12. 1972; vom 3. 1. 1973 bis 9. 3. 1973, vom 11. 9. 1974 bis 17. 12. 1974 und vom 7. 1. 1975 bis 24. 4. 1975.

Auch im Versuch von 1972 standen die Trittfrequenzen wieder in Verbindung mit den 2 Schnitthöhen:

TABELLE II

Versuch 1971: VERHALTEN BEI TRITTEINWIRKUNG IN VERBINDUNG MIT DER SCHNITTHÖHE ZU VERSCHIEDENEN ZEITPUNKTEN

Arten	Sorten	Starke Beanspruchung, 2 cm								Starke Beanspruchung, 4 cm							
		1972		1973		1974		1975		1972		1973		1974		1975	
		6.7	14.9	16.1	20.4	21.9	12.9	9.1	18.4	6.7	14.9	16.1	20.4	21.9	12.9	9.1	18.4
AGROSTIS CANINA	BARBELLA BARIDA	4	3	1	1	3.7	4.2	0.6	0	4	3	1	1	3.7	4	0	0
		3	2	1	1	2.5	3	0	0	1	2.5	0.2	0.2	1.7	2.5	0	0
AGROSTIS TENUIS	BARDOT ORBICA	4	4	1	2	4.7	5	2.7	2.5	4	4	1	2	5	5	2.7	2.2
		3	3	1	1	4	5	3.2	1.8	4	4	1	1	4.2	4.7	2	1.8
CYNOSURUS CRISTATUS	CREDO	4	2.5	1	1	3.2	2.7	0.6	0.5	5	3	1	1	3.5	3	0.5	0.7
FESTUCA ARUNDINACEA	LUDELLE LUDION	4	3	1	1	4	4.2	1.7	1.5	5	3	2	2	4.5	5	2	1
		4	3.5	2	3	5	5	4.2	3.7	5	5	2	3	5	5	4	3.5
FESTUCA OVINA DURIUSCULA	BILJART	4	3	2	2	4.2	5	2	1.3	3	3	2	2	4.7	5	1.2	0.8
FESTUCA OVINA TENUIFOLIA	BAROK	3	1.5	1	1	2	3.5	0	0	3	2	0.2	0.2	1.2	1.5	0	0
FESTUCA RUBRA COMMUTATA (NIGRESCENS)	FAMOSA FLEVO	3	2	1	1	4	4.7	3	2.8	3	3	1	2	4.5	4.7	2.5	1.8
		3	2.5	1	1	3.7	4.7	2.5	2.2	3	2	1	1	4	4.7	2	1
FESTUCA RUBRA RUBRA	GRACIA RUBINA	2	1.5	0.2	1	2.7	4.2	0.8	0.5	1	2	0.2	1	2.5	4.2	1	0.5
		2	2	1	1	3	3.2	0.5	0.2	1	1.5	0.2	1	2.7	3.5	1	0
LOLIUM PERENNE	PERMA SEMPERWEIDE TRIANON VIGOR	5	4.5	3	3	4.7	5	4.2	4.2	5	5	3	3	5	5	4.2	3.8
		5	4	3	3	4.5	5	4.7	4.2	5	5	3	3	5	5	4	3.7
		5	4	3	3	4.7	5	4.5	4.2	5	5	3	4	5	5	4.5	4
		5	4	3	3	4.7	5	4.5	4.2	5	5	3	4	5	5	4.7	4
PHLEUM BERTOLONI	SPORT	4	2.5	1	2	4.7	5	5	4.1	4	3	1	3	5	5	4	3.5
PHLEUM BOEHMERI	F D 1	2	2	1	1	1.5	1.7	0	0	1	1	1	0.2	1	1	0	0
POA NEMORALIS	BARNEMO	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
POA PRATENSIS	BARON MONOPOLY SILO	5	4	2	3	5	4.5	1.5	1.8	4	4	3	3	5	3.7	1.5	1.2
		4	4	1	2	4.2	4.2	1.5	1.6	4	4	1	3	4.7	4	1.7	0.8
		4	4	1	2	4	3	0.2	0	2	2.5	1	1	4	1.7	1	0
MISCHUNG	1/2 HIGHLIGHT 1/2, LUDION	4	3.5	2	3	5	5	4	4.1	5	4	2	3	5	5	4	3.6

- 2 mal pro Woche vom 27. 3. 1973 bis 24. 4. 1975
- 4 mal pro Woche vom 27. 3. 1973 vom 9. 7. 1974; vom 11. 9. 1974 bis 17. 12. 1974 und vom 7. 1. 1975 bis 24. 4. 1975.

Die Walze wurde jeweils über die Hälfte jeder Parzelle von 3 m² gerollt, so daß man gleichzeitig das Verhalten des Rasens mit und ohne Tritteinwirkung verfolgen konnte.

8. Bewertung der Einwirkung:

Die Trittoleranz wurde für jede Parzelle von 5 bis 0 benotet, und zwar nach folgendem Maßstab, der den Prozentsatz des fehlenden Rasens beurteilt:

5 = 0 bis 10 %; 4 = 10 bis 30 %; 3 = 30 bis 50 %; 2 = 50 bis 75 %; 1 = 75 bis praktisch 100 % und 0 = jeglicher Rasen war verschwunden.

II. ERGEBNISSE und AUSWERTUNG

Die Ergebnisse des Verhaltens des Rasens unter Tritteinwirkung zu verschiedenen Zeitpunkten erscheinen in den Tabellen I und II für den Versuch 1971 und in der Tabelle III für den Versuch 1972.

Eine erste Feststellung, die nicht erstaunt ist, daß je stärker die Tritteinwirkung ist, desto schneller sich der Zustand des Rasens verschlechtert. Die beschädigten Teile wurden im großen und ganzen von *Poa annua* befallen und dies umso mehr, je schwächer die Tritteinwirkung war.

1. VERSUCH 1971

Die Betrachtung der Tabellen I und II zeigt, daß bedeutende Unterschiede zwischen Arten und Sorten bestehen.

- *Lolium perenne*, *Phleum bertolonii* und *Festuca arundinacea* erwiesen sich als die interessantesten Arten bei starker Tritteinwirkung und übertrafen bei weitem *F. rubra commutata*, *A. tenuis* und *P. pratensis*.
- Die 3 erstgenannten Arten waren auch immer die geeignetsten bei leichter Tritteinwirkung, aber die Unterschiede zu *F. rubra commutata*, *P. pratensis* und *Festuca ovina duriuscula* waren dort geringer. Demgegenüber war *A. tenuis* als wirklich unbrauchbar zu bezeichnen.

- *Agrostis canina*, *Cynosurus cristatus*, *F. ovina tenuifolia*, *Phleum boeheimeri* und *Poa nemoralis* erwiesen sich als die schlechtesten Arten in den beiden Fällen.

Die Vorteilhaftigkeit der Mischung Highlight-Ludion rührt hauptsächlich vom Rohrschwengel her; in dem keiner Tritteinwirkung ausgesetzten Teil der Parzelle ist dieser in der in der Narbe zu etwa 40 % vertreten, in dem unter Tritteinwirkung stehenden Teil dagegen überwiegt er zu 70 %.

Wir stellten ebenfalls fest, daß *L. perenne*, *P. bertolonii*, *F. arundinacea*, *A. tenuis* und *F. rubra commutata* mehr beschädigt waren in der Zeit vom 30. 8. 1972 bis 9. 3. 1973 als in der Zeit vom 11. 9. 1974 bis 24. 4. 1975. Doch die Niederschlagsmenge war sehr viel bedeutender in dieser letzten Periode, wie es nachstehende Tabelle zeigt:

	September	Oktober	November	Dezember	Januar	Februar	März	April	Insgesamt in mm
1972/1973:	15,6	33,8	132,8	32,4	58,1	67,6	6,8	30,7	377,8
1974/1975:	92,7	76,2	90,2	25,0	90,5	6,1	81,3	35,5	497,5

Da der Boden 1974/1975 feuchter war, könnte man denken, daß die Tritteinwirkung aus diesem Grund stärker gewesen wäre.

Dies hätte sehr negative Folgen für den Rasen haben müssen, was aber nicht der Fall war.

Wie läßt sich das erklären?

- Lag es an dem Winter, der 1974/1975 milder war als 1972/1973 und so ein gewisses Wachsen der Rasengräser ermöglichte, deren Widerstandskraft gegen äußere Einflüsse und insbesondere gegen die der Trittmachine dadurch erhöht wurde?
- Lag es an der Beschaffenheit der durch die Trittmachine beanspruchten Parzellen, die Mitte September 1972 schlechter war als Mitte September 1974, wegen der vorherigen Tritteinwirkung einerseits und auch der Trockenheit andererseits, die im September 1972 vorherrschte? Die verschiedenen Arten (insbesondere *P. bertolonii*) waren zur Zeit in einer Art Vegetationsruhe und aus diesem Grund nicht sehr tolerant?

- Könnte man nicht auch denken, daß das Nachwachsen der beschädigten Teile in der Zeit vom 9. 3. 1973 bis 11. 9. 1974 durch widerstandsfähigere Pflanzen erfolgte als durch jene, die normalerweise den Anfangsrasen bilden? Falls sich dies bestätigt, wäre das ein Mittel, um die Trittoleranz zu verbessern und für diesen Zweck eine Auswahl zu treffen.

Die Ergebnisse am 20. 4. 1973, 21. 9. 1973 und 12. 9. 1974 zeigten ganz klar die Zeitunterschiede der verschiedenen Rasensorten im Nachwachsen nach starker Tritteinwirkung. So erwiesen sich *P. bertolonii*, *P. pratensis* und *A. tenuis* als die schnellsten, dank ihres Fortpflanzungssystems, wohingegen *Festuca sp.*, *L. perenne*, *C. cristatus* und *A. canina* die langsamsten sind.

Wenn man zum Abschluß die gesamten Sorten dieses Versuchs betrachtet, kann man feststellen, daß zu verschiedenen Zeitpunkten und bei gleicher Tritteinwirkung die Klassifizierung praktisch nicht beeinflußt.

Nachfolgende Tabelle mit den Koeffizienten der Ordnungskorrelationen von Spearman, die zwischen den Einteilungen der gesamten Sorten bei 2 cm Schnitthöhe einerseits, 4 cm andererseits berechnet wurden, ist sehr aufschlußreich, und dies sowohl bei starker wie bei schwacher Tritteinwirkung.

(1 % = 0,485)

	6. 7. 1972	14. 9. 1972	20. 4. 1973	21. 9. 1973	12. 9. 1974	18. 4. 1975
Leichte Tritteinwirkung	0,99	0,88	0,94	0,82	0,92	0,92
Starke Tritteinwirkung	0,84	0,94	0,87	0,90	0,90	0,98

2. VERSUCH 1972

Gleich zu Anfang sei festgestellt, daß auch bei diesem Versuch die Schnitthöhe keine bedeutende Änderung in der Klassifizierung der verschiedenen Sorten mit sich brachte.

Um nur von den Ergebnissen am 18. 4. 1975 (nach 2 Jahren) zu sprechen, und nur unter Berücksichtigung der Tritteinwirkung, konnten die verschiedenen Sorten nach dem Informationstest eingestuft werden.

Bei schwacher Tritteinwirkung, kommt man bei *F. rubra* zu: FAMOSA - HIGHLIGHT - FLEVO - DAWSON - WALDORF - KOKET > NOVORUBRA > GOLFROOD > COTTAGE - BERGERE bei *P. pratensis* zu:

MONOPOLY - SYDSPOORT - FYLKING - BARON > PRATO - TROY - BM - PRIMO - SILO > KENBLUE.

Die mittlere Tritteinwirkung bringt bei *P. pratensis* keine Änderung, dahingegen kann man bei *F. rubra* feststellen, daß DAWSON und WALDORF bedeutend besser sind als die anderen Sorten dieser Art. Der Prozentsatz des beschädigten

Rasens liegt bei diesen 2 Sorten bei 25 bis 35 %, während er bei FAMOSA, KOKET, FLEVO und HIGHLIGHT 70 bis 90 % erreicht und über 90 % bei GOLFROOD, NOVORUBA, COTTAGE und BERGERE.

Dahingegen sind bei leichter Tritteinwirkung diese Unterschiede sehr viel unbedeutender. Es muß hier auch erwähnt werden, daß die 6 verschiedenen Sorten von *P. pratensis*, die die (auch nur leichte) Tritteinwirkung schlecht vertragen, auch an den nicht beanspruchten Stellen weniger dauerhaft sind, und zwar als Folge einer Krankheit.

Die Betrachtung der Tabelle III zeigt, daß dieser Toleranzunterschied innerhalb der gleichen Art sich recht früh zeigt, besonders bei mittelmäßiger Tritteinwirkung. Die Berechnung der Koeffizienten der Rangwechselbeziehung von Spearman zu den verschiedenen Zeitpunkten zeigt, daß sich bei den verschiedenen Sorten, sei es bei *F. rubra* oder *P. pratensis*, die Klassifizierung bei mittelmäßiger Tritteinwirkung ab dem 6. Monat bei *F. rubra* und ab 9. Monat bei *P. pratensis* nicht wesentlich ändert. Die nachfolgende Tabelle (IV), links für

TABELLE III

Versuch 1972: VERHALTEN BEI TRITTEINWIRKUNG IN VERBINDUNG MIT DER SCHNITTHÖHE NACH 6-9-12-18-24 MONATEN

Sorten	Mittlere Beanspruchung 2 cm					Mittlere Beanspruchung 4 cm					Starke Beanspruchung 2 cm					Starke Beanspruchung 4 cm					
	6	9	12	18	24	6	9	12	18	24	6	9	12	18	24	6	9	12	18	24	
FESTUCA RUBRA	WALDORF	4	3.5	3.5	4	3.7	3.5	3.5	4	3.5	3.5	5	5	5	5	4.7	5	5	5	5	4.7
	GOLFROOD	3	2.0	1.5	1.5	1	3	1	1	1	0.5	4	4	5	3	3.5	4.5	4	4.5	4	2.5
	FLEVO	2.5	2.5	2.5	2	1.7	2.5	3	3	3	2.5	4.5	4.5	5	5	5	4	5	5	5	4.7
	DAWSON	4	3.5	4	3.5	3.5	4	4	4	4.5	4	5	5	5	4.5	4.7	5	5	5	5	5
	BERGERE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1.5	1.5	1.5	1	2.5	2.5	2.5	2.5	2.7
	FAMOSA	2.5	2.5	2.5	2	1.7	3.5	3	3	3	2.2	5	4.5	5	5	5	4.5	5	5	5	5
	HIGHLIGHT	2.5	2.5	2.5	2	1.2	3.5	3	3	3	2.7	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	NOVORUBRA	2	1.5	1	2	0.7	2	1	1	1.5	0	4	3.5	5	4	4.2	4	4	4.5	4	4.2
	KOKET	2.5	2.5	2.5	0.7	1.7	3	2.5	3.5	3.5	3	4	4	5	4.5	4.7	4	4.5	5	4.5	4.7
	COTTAGE	2.5	1.5	1	2	1	3	1.5	1	1	0	4.5	4	4	3	2	5	4	4.5	3.5	2
POA PRATENSIS	PRATO	3.5	1	1	1	0	3.5	1.5	2	1.5	1	4.5	3	3	1.5	1	4.5	3	3.5	3	1.5
	SILO	2.5	1	1	0.2	0	4.5	2.5	1	1.5	0.5	4.5	3	1	1	0	5	3.5	3	3.5	0.5
	PRIMO	2.5	1	0.5	0.5	0.1	3	1	1	0.5	0.2	4	3	2	1	1	4.5	3.5	3	2	0.5
	BARON	4.5	3	3	2.5	1.7	4	2.5	2	4	3.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.2	5	4.5	5	4.5	3
	MONOPOLY	3.5	3	2.5	2.5	3.2	4.5	3.5	3.5	4	4	5	4.5	5	3.5	4.5	5	5	5	4.5	4.2
	FYLKING	4.5	3	4	2	2	4	2.5	3	3.5	3.2	5	5	5	5	4	5	4	5	4.5	4
	SYDSPORT	4	3	3	3	3	4.5	3.5	3.5	4	3.5	5	4.5	4.5	4.5	4	5	5	5	4.5	3.5
	B.M.	3	1	1	1	0.1	4	1.5	1	1	0.5	4.5	3.5	1.5	2	1	5	4	2	2	0
	KENBLUE	3	1	0.5	0.5	0	4	2	1	1	0	4	3	1.5	1.5	0.5	5	4.5	3.5	3	1.1
	TROY	4	1.5	1	1	0	4.5	2	1	3	1	4.5	3.5	2	1	0.5	5	3.5	3.5	3.5	0.5

TABELLE IV Korrelation zwischen den zu verschiedenen Zeitpunkten bei Festuca rubra (links) und Poa pratensis (rechts) gewonnenen Ergebnissen
(1 % = 0,746 - 5 % = 0,564)

	9 Monate				12 Monate				18 Monate				24 Monate				
	2 cm	4 cm	2 cm	4 cm	2 cm	4 cm	2 cm	4 cm	2 cm	4 cm	2 cm	4 cm	2 cm	4 cm	2 cm	4 cm	
6 Monate	0,81	0,84	0,80	0,77	0,82	0,82	0,76	0,75	6 Monate	0,84	0,77	0,82	0,35	0,82	0,62	0,47	0,34
9 Monate			0,99	0,91	0,99	0,90	0,97	0,87	9 Monate			0,89	0,74	0,82	0,92	0,81	0,64
12 Monate					0,98	0,82	0,97	0,96	12 Monate					0,82	0,76	0,73	0,93
18 Monate							0,95	0,80	18 Monate							0,80	0,74

F. rubra, rechts für P. pratensis, bestätigt Vorstehendes. Man muß 9 Monate warten, bis es keine Weiterentwicklung bei leichter Tritteinwirkung mehr gibt. Diese Ergebnisse zeigen, daß es nicht notwendig ist, die Trittoleranz über 9 Monate bis 1 Jahr hinaus zu testen, um die gesamten Sorten beurteilen zu können – zumindest bei diesen 2 Arten – und um eine interessante Veränderlichkeit zu zeigen.

Eine weitere Folgerung aus diesem Versuch ist, daß im Durchschnitt P. pratensis keine höhere Trittoleranz aufweist als F. rubra (die besten Sorten dieser 2 Arten sind gleichwertig).

Ergebnisse, die bei schwacher Tritteinwirkung auf Versuchsflächen 1970, 1971 und 1972 erzielt wurden, bestätigen diese intraspezifische Veränderlichkeit sowohl bei F. rubra, wo im allgemeinen F. rubra commutata besser ist als F. rubra rubra, als auch bei P. pratensis.

Dahingegen konnte bei L. perenne wegen der zu schwachen Trittbelastung kein bedeutender Unterschied festgestellt werden. Allerdings weisen bei anderen Versuchen zur Eintragung in die „Französische Sortenliste“ Manhattan, Pennfine und Vigor etwas mehr Trittoleranz als Bocage und Perma auf, dies selbst bei schwacher Tritteinwirkung.

In einer anderen 1973 und 1974 durchgeführten Untersuchung hatte die Schnitthöhe von 6 cm, die parallel zu 2 und 4 cm angewandt wurde, ebenfalls keine wesentliche Veränderung in der Einstufung der Arten zur Folge. Es stellte sich aber heraus, daß der Übergang von 2 auf 4 cm bei Poa pratensis (Tabelle III), Lolium perenne und Phleum bertolonii (Tabellen I und II) eine Erhöhung der Toleranz Abnutzungseffekten gegenüber mit sich brachte.

Dieses Phänomen ist nicht so auffallend bei F. rubra. Dies sollte die Anwendung einer Schnitthöhe von 4 cm für

Sportrasen oder Anlagen, die eine hohe Trittoleranz aufweisen müssen, zur Folge haben.

Am Ende des Frühlings und im Herbst sind die der Tritteinwirkung ausgesetzten Zonen grüner. Die altgewordenen Blätter sind abgestoßen, die Organe scheinen ständig sehr jung.

SCHLUSSFOLGERUNG und DISKUSSION

Fünf wichtige Schlußfolgerungen ergeben sich aus unseren Resultaten

1. Es gibt eine bedeutende interspezifische Veränderlichkeit für die Trittresistenz, wobei L. perenne, P. bertolonii, und F. arundinacea die besten Arten sind, F. rubra und P. pratensis, die fast gleichwertig sind, liegen unter den vorhergenannten.
2. Es gibt eine bedeutende intraspezifische Veränderlichkeit, insbesondere bei F. rubra und P. pratensis.
3. Die Schnitthöhe beeinflusst die Klassifizierung zwischen Sorten gleicher Art nicht, zumindest bei 2, 4 und 6 cm. Jedoch verbessert sie von 2 bis 4 cm den eigenen Trittoleranzwert bei L. perenne, P. bertolonii und P. pratensis.
4. Der Triftfestigkeitsdauerwert kann wohl auf 9 Monate – 1 Jahr begrenzt werden, um die gesamten Sorten zu beurteilen und eine interessante Veränderlichkeit aufweisen zu können.
5. Die Geschwindigkeit, mit der die beschädigten Teile des Anfangsrasens nachwachsen, ist je nach Sorte unterschiedlich: P. bertolonii, P. pratensis und A. tenuis erweisen sich gegenüber L. perenne und besonders Festuca sp. und C. cristatus als sehr viel schneller. Außerdem kann man annehmen, daß dieses Nachwachsen mit toleranteren Pflanzen als dem Durchschnitt der Ansaat entspricht erfolgt. Ob man zu den gleichen Schlußfolgerungen kommt, wenn der Boden sandiger wäre oder bei anderen klimatischen Verhältnissen, muß überprüft werden.

So erreichen bei der Firma VILMORIN bei Angers auf Sandboden und bei reinem Meeresklima die Arten *L. perenne*, *F. arundinacea*, *P. bertolonii* und *P. pratensis* praktisch alle den gleichen Wert.

Was soll man von diesen Testergebnissen halten?

Was bedeutet dies im Vergleich zu dem, was sich in der Praxis abspielt, insbesondere auf den Sportrasen? Um das zu überprüfen, werden wir einen Versuch unternehmen, der es ermöglicht, verschiedene Sorten gleichzeitig unter Tritteinwirkung auf Sportplätzen zu testen.

Jedoch darf schon jetzt die Vermutung geäußert werden, daß die hier angeführten Ergebnisse über das Verhalten des Rasens unter Tritteinwirkung — bei gleichzeitiger Berücksichtigung von Informationen über andere Eigenschaften des Rasenwertes — zu einer bedeutenden Verbesserung in der Qualität verschiedener Rasentypen beitragen können, und zwar schon allein durch eine bessere Auswahl von Rasengrassorten und Gemischen, je nach Verwendungszweck.

Diese Ergebnisse weisen den Nachteil auf, daß sie an einem einzigen Ort verzeichnet wurden. In Frankreich aber ist der Sommer in den meisten Gegenden ausgeprägt und die Zonen mit verhältnismäßig stark tonhaltigem Boden wie der von Lusignan sind die häufigsten. Die Mehrzahl der Sportplätze (mit Ausnahme von denjenigen der großen Mannschaften), der Spielplätze und Parks sind nicht auf Sand angelegt. Eine nicht zu weitgehende Verallgemeinerung darf also vorgenommen werden. Allerdings lassen Untersuchungen, die inzwischen mit einer ähnlichen Walze bei der Firma VILMORIN-HODÉ in der Nähe von Angers bei geringer Klimaverschiedenheit aber auf sandigem Boden angestellt wurden, weniger ausgeprägte Unterschiede als in Lusignan hervortreten, wobei sich *Poa pratensis* ebenfalls besser verhält.

Diese Ergebnisse bestätigen das gute Verhalten von *Lolium perenne* und das schlechte der Strauß- und Schwingelgrassorten. Für die anderen Arten drängen sich folgende Bemerkungen auf:

— ***Poa pratensis***: Es erweist sich als weniger gut als in den nordeuropäischen Ländern und den Vereinigten Staaten. Die weniger gute Anpassung an die Umwelt, namentlich an die Pilzkrankheiten (Rost und Helminthosporium), liegt, wie durch den Versuch von 1972 deutlich gemacht wurde, dieser geringeren Toleranz zugrunde. Bei Versuchsobjekten, die immer noch in der Untersuchung begriffen sind, tritt diese Ursache allerdings nicht mit gleicher Eindeutigkeit in Erscheinung, weshalb eine eingehendere Analyse notwendig sein wird. In Bingley (11) und in Aberystwyth (1) läßt das Verhalten dieser Art ebenfalls zu wünschen übrig, und zwar im Zusammenhang mit ihrem langsamen Anwachsen und ihrer Anfälligkeit Krankheiten gegenüber. An diesen Orten ist eine starke intraspezifische Veränderlichkeit zu beobachten. Von ADAMS und P. J. BRYAN (1) wurde gezeigt, daß sich bei wirklicher Benutzung gewisse Sorten genau so gut halten können wie Englisches Raigras. Die Düngungsintensität spielt vermutlich eine Rolle, da diese Art auf Stickstoff gut reagiert, wie unter anderem von C. R. SKOGLEY und F. B. LEDEBOER (13) bewiesen wurde, und in gewissen Ländern stark gedüngt wird. Die hier festgestellte intraspezifische Veränderlichkeit muß nutzbar gemacht werden.

— ***Festuca rubra***: Die verhältnismäßig befriedigende Toleranz gewisser Sorten, namentlich von Waldorf, wurde ebenfalls in Bingley und Papendal festgestellt. Mutmaßlich würde sich diese Sorte unter nährstoffarmen Bedingungen als noch hervorragender erweisen. R. HANSEN (6), C. R. SKOGLEY und F. B. LEDEBOER (13) machen darauf aufmerksam, daß deren Entwicklung mit stärkerer Düngung abnimmt. In Hinsicht auf die ästhetische Qualität dieser Art und deren Anpassungsfähigkeit erscheint es als wünschenswert, daß tolerante Sorten gezüchtet werden.

— ***Phleum bertolonii***: Das ausgezeichnete Verhalten dieser Art ist mit demjenigen vergleichbar, das in Bingley verzeichnet wurde. Sie hat eine große praktische Bedeutung für den Wintersport. Dagegen hatte sich die im Sommer 1972 (Versuch 1971) durchgeführte Tritteinwirkung augenblicklich sehr schädlich ausgewirkt. Dadurch wird die Bedeutung des Zeitpunktes, zu welchem die Tritteinwirkung erfolgt, hervorgehoben. In der Praxis sind die Gärten und Spielplätze vom Früh-

ling bis zum Herbst, die Sportplätze vom Herbst bis zum Frühlingsende der Tritteinwirkung ausgesetzt.

— ***Festuca arundinacea***: Ihr Wert tritt wie in gewissen in den USA verzeichneten Ergebnissen (8) hervor. Wie für die Futterproduktion dürfte sie in Frankreich in vielen Fällen auch für Rasen geeignet sein. Es ist angebracht, sie rein anzulegen. Das neue Walzensystem von VAN DER HORST hätte eine stärkere Beanspruchung zur Folge und dürfte es ermöglichen, die Beobachtungsdauer zu verkürzen.

Das Nachwachsen ist nach Ende der Tritteinwirkung (Ende der Saison für Sportveranstaltungen) vorteilhaft, diese Eigenschaft ist aber auch einer der Faktoren, die zur Aufrechterhaltung der Pflanzendecke während der Behandlung selbst beitragen. Wirkt sich eigentlich in beiden Fällen die gleiche Fähigkeit aus?

Aus der Gesamtheit der in verschiedenen Ländern verzeichneten Ergebnisse geht hervor, daß bei den meisten Arten eine intraspezifische Veränderlichkeit besteht. Die Auslese kann sich folglich auswirken. R. C. SHEARMAN und J. B. BEARD (9) haben bewiesen, daß die Spannkraft der Blattblätter ein Kennzeichen für die Toleranz der sich über dem Boden befindlichen Teile sein kann. Andere Daten ähnlicher Art sind wünschenswert.

Es würde sich empfehlen, daß Korrelationen zwischen dem Ergebnis derartiger künstlicher Testproben und dem realen Verhalten, und zwar unter Berücksichtigung nicht nur der schon von KAMPS (19) gefundenen Veränderlichkeit zwischen Arten, sondern auch der intraspezifischen Variabilität, gesucht werden.

Literatur

- ADAMS, W. A., and P. J. BRYAN, 1974: *Poa pratensis* as a turfgrass in Britain. Proc. 2nd. Int. Turfgrass Research Conference. Sect. I. 41-47.
- BOEKER, P., 1971: Befahrbarer Rasenwege im Obst- und Gartenbau. RASEN · TURF · GAZON 2, 1-5.
- BOSCOVIC, P., 1973: A contribution to the maintenance of turf sports fields in Yugoslavia. RASEN · TURF · GAZON 3, 9-12.
- BOURGOIN, B., C. BILLOT, M. KERGUELEN, A. HENTGEN, P. MANSAT, 1974: Behaviour of turfgrass species in France. Proc. 2nd. Int. Turfgrass Research Conference. Sect. I, 35-40.
- BOURGOIN, B., 1974: The behaviour of principal turf grasses under french climatic conditions. J. Sports Turf Res. Inst. 50, 65-80.
- HANSEN, R., 1969: Turf fertilizer trials at Weihenstephan. Proc. 1st. Int. Turfgrass Research Conference. Sect. II. 200. 203.
- LENEY, F. M., 1974: The ecological effects of public pressure on picnic sites. J. Sports Turfgrass Inst. 50, 47-51.
- SHEARMAN, R. C., and J. B. BEARD, 1975: Turfgrass wear tolerance mechanisms. I. wear tolerance of seven turfgrass species and quantitative methods for determining turfgrass wear injury. Agron. J. 67, 208-211.
- SHEARMAN, R. C., and J. B. BEARD, 1975: Turfgrass wear tolerance mechanisms. II. effects of cell wall constituents on turfgrass wear tolerance III. physiological, morphological and anatomical characteristics associated with turfgrass wear tolerance. Agron. J. 67, 211-218.
- SHILDRICK, J. P., 1971: Grass variety trials, 1971: J. Sports Turfgrass Res. Inst. 47, 86-128.
- SHILDRICK, J. P., 1974: Wear tolerance of turfgrass cultivars in the United Kingdom. Proc. 2nd. Int. Turfgrass Research Conference. Sect. I. 23-34.
- SKIRDE, W., 1970: The development, present position and future objectives of turf research in Gießen. J. Sports Turf Res. Inst. 46, 33-45.
- SKIRDE, W., 1975: Bestandsausbildung von Rasenansaat unter verschiedenen Versuchsbedingungen. I. Sportfeldansaat. RASEN · TURF · GAZON 2/75. 56-62.
- SKOGLEY, C. R., and F. B. LEDEBOER, 1968: Evaluation of several Kentucky bluegrass and red fescue strains maintained as lawn under three levels of fertility. Agron. J. 60, 47-49.
- VAN DER HORST, J. P., 1970: Sports turf research in the Netherlands. J. Sports Turf. Res. Inst. 46, 46-57.
- VAN DER HORST, J. P., 1974: Turfgrass research and results at the Netherlands Sport Federation. Proc. 2nd. Int. Turfgrass Res. Conf. Sect. VII. 508-512.
- VAN DER HORST, J. P., 1974: Sport turf research in the Netherlands. J. Sports Turf Res. Inst. 50, 81-94.
- YOUNGNER, V. B., 1961: Accelerated wear tests on turfgrass. Agron. J. 53, 217-218.
- KAMPS, M., 1969 Effects of real and simulated play on newly sown turf. Proc. 1st. Int. Turfgrass Research Conference. Sect. I. 118-123.

Zusammenfassung

Versuchsserien über das Verhalten von Rasengräserarten und -sorten unter Tritteinwirkung wurden 1972 in LUSIGNAN begonnen.

Diese Eigenschaft wird künstlich mit einer 200 kg schweren Walze mit Stoßen getestet, die verschieden intensiv auf den Versuchspartellen angewandt wird, die 1 Jahr vorher eingesät wurden.

Die Trittoleranz wird von 5 bis 0 benotet, und zwar nach Prozentangaben für den beschädigten Rasen. Der Boden besteht aus toniger Schlamm-erde und es herrscht Meeresklima mit kaltem Winter und recht warmem Sommer vor. Die Niederschlagsmengen sind besonders im Herbst und Winter hoch, während Frühjahrsende und Sommer eher trocken sind.

Nach 3jährigen Erfahrungen und Beobachtungen ergeben sich 5 wichtige Schlußfolgerungen:

1. Es bestehen bedeutende interspezifische Unterschiede, wobei *Lolium perenne*, *Phleum bertolonii* und *Festuca arundinacea*, die die drei interessantesten Arten sind; sie übertreffen bei weitem *Poa pratensis* und *Festuca rubra* (beide praktisch von gleichem Wert), besonders wenn die Tritteinwirkung hoch ist.
2. Bedeutende intraspezifische Unterschiede bestehen insbesondere bei *F. rubra* und *P. pratensis*.
3. Die Schnitthöhe beeinflußt die Klassifizierung zwischen Sorten der gleichen Art nicht, jedoch verbessert sie den Trittfestigkeitswert bei *L. perenne*, *P. bertolonii* und *P. pratensis*.
4. Die Beobachtungsdauer kann auf 9 Monate bis 1 Jahr begrenzt werden, um die gesamten Sorten genau einstuft und eine interessante Veränderlichkeit zeigen zu können.
5. Die Schnelligkeit, mit der die beschädigten Parzellen nachwachsen, hängt von den Arten ab. *P. bertolonii*, *P. pratensis* und *Agrostis tenuis* regenerieren sehr viel schneller als *L. perenne*, *Festuca* sp. und *Cynosurus cristatus*.

Summary

Studies to measure the tolerance to wear of various lawn grass species and varieties began at Lusignan (France) in 1972. A 200 kg simulating roller equipped with football boot studs is passed with varying intensity over plots sown a year before the beginning of treatment. The soil is a silt lay loam low in organic matter and the climate is oceanic with a rather hot summer and relatively cool winter; rain is strong in autumn and winter, late spring and summer tend to be dry. Tolerance is noted visually on a 5 to 0 scale, according to the proportion of sward degraded.

After 3 years' study, 5 essential conclusions may be drawn:

1. There is considerable interspecific variability for tolerance to wear. *L. perenne*, *Ph. bertolonii* and *F. arundinacea* are the best species. *F. rubra* and *P. pratensis* are poorer than these and similar to each other;
2. There is very great variability within species, notably for *F. rubra* and *P. pratensis*;
3. Cutting height does not affect the classing of cultivars within a species; however it affects to general tolerance to wear in *L. perenne*, *Ph. bertolonii* and *P. pratensis*;
4. One year's treading treatment is sufficient for a valid judgement of a group of cultivars and the revealing of interesting variability;
5. The rate of recolonisation from surviving original plants varies with the species. *Ph. bertolonii*, *P. pratensis* and *A. tennis* are the most rapid while *L. perenne*, *Festuca* spp. and *C. cristatus* are the slowest.

Bedeutung einiger Wurzeleigenschaften von Gräsern für Sportplatz-, Park- und Begrünungsrasen

P. Boskovic, Novi Sad

1. Einleitung

Um einige für die Bildung eines guten, dichtverflochtenen und strapazierfähigen Rasens bedeutende biologische Graseigenschaften besser kennenzulernen, wurde ein Studium der mechanischen Graswurzel- und Blatteigenschaften, der Bestockungsintensität u. ä. vorgenommen.

Bei dieser Gelegenheit sollen die mechanischen Wurzeleigenschaften von Grasarten und Sorten, die für die Bodenfestigung, d.h. für die Bildung eines dichten, für Erosionsflächen, Sportplätze und Parkanlagen vorteilhaften Rasens bedeutend sind, ausführlich bearbeitet werden.

Die mechanischen Wurzeleigenschaften müssen besonders bei der Auswahl neuer für Spezialrasen geeigneter Grasmischungen sowie bei der Anwendung derselben berücksichtigt werden; deshalb ist es sehr wichtig, die mechanischen Wurzeleigenschaften zu kennen.

2. Literatur

Über die Bedeutung der mechanischen Wurzeleigenschaften im allgemeinen haben viele Autoren berichtet, darunter auch ŠALYT (1950). Die bisherigen Methoden rhizologischer Untersuchungen sind - wenigstens unserem Wissen nach - durch kein Studium der mechanischen Wurzeleigenschaften, d.h. der unterirdischen Pflanzenorgane, der Bruch- und Reißfestigkeit der Wurzeln und Rhizome bekräftigt, obwohl diese Wurzeleigenschaften eine bedeutende Rolle spielen, besonders bei den Erosions- und Rekultivierungsflächen.

SLAVONOVSKY (1958) beruft sich auf die bisherigen Kenntnisse über die mechanischen Wurzeleigenschaften und besonders auf J. SPIRANZL (1952), der auf Grund der Erfahrungen etablierungsfähige Gräser empfiehlt, z. B. *Dactylis glomerata*, *Bromus inermis*, ferner *Trifolium repens*, *Medicago sativa* usw.

KLEČKA (1936), berichtet, daß für Spezialrasen sehr bedeutend ist, die richtige Grasmischung festzulegen. Es ist notwendig, jene Grasarten zu wählen, die sich bei ungünstigen

Verhältnissen besonders gut bewährt haben und gleichzeitig bodenfestigend wirken. Die für Sportplätze, Flughäfen u. ä. anzuwendenden Grasmischungen müssen ferner eine strapazierfähige Grasdecke bilden.

Mit dem Studium der mechanischen Wurzeleigenschaften hat sich besonders SLAVONOVSKY (1958, 1959) befaßt, der auch ein Spezialprüfgerät zur Prüfung der mechanischen Wurzeleigenschaften, wie Wurzelelastizität, -festigkeit und -deformation konstruiert hat. Seine Untersuchungen der mechanischen Wurzeleigenschaften wurden besonders auf die Verwertung der natürlichen Pflanzenarten gerichtet, mit dem Ziel eine bessere Bodenfestigung, d.h. Erosionsflächenschutz zu erreichen. Außerdem hat er auch die Rückwirkung der Pflanzen durch deren Struktur und der mechanischen Wurzeleigenschaften auf die Umwelt untersucht.

Nach BOŠKOVIČ (1971) ist für Rasenbau und -pflege ebenfalls die Kenntnis mechanischer Wurzeleigenschaften von Bedeutung. Grasarten mit besseren Wurzeleigenschaften verbinden die Tragschicht besser, sie sind strapazier- und anpassungsfähiger und bilden einen dichtverwurzelten Rasen. Die mechanischen Wurzeleigenschaften sind besonders für den Sportrasenbau mit leichten, lockeren, aus Sand-Torf gemischten zusammengesetzten Tragschichten bedeutend. Auf Sportrasenflächen, wo keine guten Gräser mit guten mechanischen Wurzeleigenschaften vorliegen, besteht auch erhöhte Reißgefahr, indem die bespielten Teilflächen leicht beschädigt werden.

3. Eigene Untersuchungen

Ziel dieser Untersuchungen war, einige biologische, für die Bindung der Tragschicht wichtige Graseigenschaften wie Wurzelmasseentwicklung und mechanische Wurzeleigenschaften zu prüfen.

3.1. Abgekürzte Prüfmethode zur Prüfung der mechanischen Graswurzeleigenschaften

Wurzelelastizität und -reißfestigkeit wurden nach der Methode Slavonovsky (1958) geprüft. Im Jahre 1964 wurden dreijährige, 1965 zweijährige und 1966 einjährige Graswurzeln untersucht.

Die Hauptuntersuchungen wurden jedoch im Jahre 1965 an zweijährigen Probestellen der Universität Nymburk (Sportrasenflächen-Kathedre) vorgenommen. Die Proben wurden den Parzellen mit kompletter Nährstoffversorgung entnommen (Tab. 3), wo das Gras jede 8 Tage auf 2 cm Höhe gemäht wurde. Die Probenahme erfolgte mit Hilfe eines Spezialbohrers von 1 dm³ Fläche. Das Untersuchungsmaterial wurde nach dem Auswaschen auf eine konstante Feuchtigkeit getrocknet.

Tabelle 1:

Übersicht des Untersuchungsmaterials der Pflanzenarten, Sorten und Ökotypen

Nymburk 1964	
Lateinische Bezeichnung der Arten	Sorte, Ökotyp
1. <i>Agrostis canina</i> L.	Ökotyp
2. <i>Poa trivialis</i> L.	Ökotyp
3. <i>Poa annua</i> L.	Ökotyp
4. <i>Agrostis stolonifera</i> ssp. <i>gigantea</i> (Roth)	Levočska
5. <i>Agrostis stolonifera</i> ssp. <i>gigantea</i> (Roth)	Rožnovska
6. <i>Poa compressa</i> L.	Novaselekcija
7. <i>Poa pratensis</i> L.	Rožnovska
8. <i>Cynosurus cristatus</i> L.	Rožnovska
9. <i>Festuca rubra</i> L. ssp. <i>rubra</i>	Nova Selekcija (neue Selektion)
10. <i>Festuca rubra genuina</i> (Hack)	Levočska
11. <i>Agrostis tenuis</i> (Sibth)	Neue Selektion
12. <i>Festuca rubra genuina</i> (Hack)	Taborska
13. <i>Agropyron Pectiniforme</i> (Roem. Sch.)	Mužla
14. <i>Poa pratensis</i> L.	Levočska
15. <i>Phleum pratense</i> L.	Vetrovski
16. <i>Festuca ovina</i> L.	Meklenburska
17. <i>Lolium perenne</i> L.	Rožnovski
18. <i>Lolium perenne</i> L.	Ökotyp
19. <i>Agrostis stolonifera</i> L. ssp. <i>prorepens</i> (Koch)	Ökotyp
20. <i>Festuca rubra genuina</i> (Hack)	Rožnovska
21. <i>Lolium perenne</i> L.	Bača
22. <i>Cynodon dactylon</i> (L) pers.	Ökotyp

Bemerkung: Lateinische Artenbezeichnung gemäß Dostal-Literatur (1954)

Die Wurzelstärke wurde mit einem Mikrometer geprüft. Die Wurzelproben von 50 mm Länge wurden auf Wurzelelastizität geprüft, indem diese an ein Spezialmeßgerät festgespannt und gedehnt wurden. Das Prüfgerät weist dabei die aufgewendete Kraft in kg und die Wurzelelastizität in mm auf.

Die Zahl der Proben je Sorte betrug 6.

Der Vergleich der Ergebnisse war nur mit den an demselben Meßgerät gemessenen Meßwerten möglich.

Die Stadt Nymburk liegt 190 m über dem Meeresspiegel. Die pedologische Durchschnittsprobe wurde im Jahre 1965 geprüft.

Humusgehalt: 1,6 % Reaktionszahl des Bodens: pH = 6,3

Verfügbare N-Menge: 18,0 mg Verfügbare P₂O₅-Menge: 4,2 mg

Verfügbare K₂O-Menge: 20,4 mg CaCO₃: 1,5 %

Die mechanische Zusammensetzung mit Hilfe des Kopecki-Prüfgerätes ist die folgende:

Partikel von 0,05–0,1 mm: 30 % Partikel von 0,01–0,05 mm: 26 %

Partikel unter 0,01 mm: 18 % Partikel von 0,1–2 mm: 26 %

Unter einer kompletten Düngung verstehen wir die Bewässerung und die Düngung des Bodens gemäß nachfolgendem Schema:

Tabelle 2:

Düngemittel	Düngung der Versuchspartellen Nymburk (1964–1966)					Ins-gesamt
	Anwendungszeit					
	Februar	März	Juni	Juli	August	September
Ammoniumsulfat	200	—	—	100	100	500
Kalkammonsalpeter	—	200	200	—	—	400
Kalialz 40 %	100	—	—	200	200	300
Superphosphat	200	—	—	—	—	400

4. Untersuchungsergebnisse und Diskussion

Die mechanischen Wurzeleigenschaften der Begrünungs-, Park- und Sportplatzgräser wurden bis jetzt noch nicht untersucht, obwohl die Festigkeit und die Elastizität des Rasens

unter anderem auch von den mechanischen Wurzeleigenschaften abhängig sind. Mit ähnlichen Untersuchungen hat sich bis jetzt in größerem Umfang nur Slavonovsky (1958, 1959) befaßt, jedoch an manchen natürlichen Pflanzengesellschaften. Bei der Auswahl der Grasmischungen, bei der Selektionsarbeit u. ä. können neue Kenntnisse über die mechanischen Wurzeleigenschaften wie Wurzelelastizität und -festigkeit, Wurzeldeformation usw. angewendet werden, von Eigenschaften, die für die Bildung eines festen und resistenten Rasens bedeutend sind.

Auf Grund der erhaltenen Ergebnisse (Tab. 5) werden die geprüften Grasarten und -sorten in 3 Gruppen eingeordnet:

Gruppe	Wurzelelastizität
1. Klein-niedrig	5–8 %
2. Mittel	8–12 %
3. Groß-hoch	Wurzeldeformation
Gruppe Spez. Reißfest.	bis 80 000 gcm/cm ³
1. Klein-niedrig bis 2 kg/cm ²	mehr als 12 %
2. Mittel 2000–4000 kg/cm ²	80 000–120 000 gcm/cm ³
3. Groß-hoch mehr als 4000 kg/cm ²	mehr als 120 000 gcm/cm ³

Eine Übersicht über die Entwicklung des Wurzelnetzes zeigt die Tabelle 5, d. h. Wurzelmasse in Gramm auf 1 dm³. In Anbetracht der Übersichtlichkeit der erhaltenen Ergebnisse ist es nicht notwendig, jede einzelne Komponente separat zu kommentieren.

Die Rangordnung der geprüften Grasarten und -sorten wurde auf Grund der Wurzeldeformation festgelegt und in tabellarischer Form wiedergegeben (Tabelle 4).

Die erhaltenen Analysenergebnisse ermöglichen einen Vergleich der wichtigsten mechanischen Wurzeleigenschaften, besonders der Wurzelelastizität, der spezifischen Reißfestigkeit und der spezifischen Wurzeldeformation sowie der Wurzelmasseentwicklung, eine für die Verbindung von Rasendecke und Bodenaufbau sehr bedeutende Eigenschaft einzelner Arten und Sorten.

Durch den Vergleich einiger mechanischer Wurzeleigenschaften kann ein Unterschied zwischen den geprüften Komponenten festgestellt werden (Tabelle 4). Einige Arten wie *Agrostis canina* L., *Poa trivialis* L., *Poa annua* L., *Poa pratensis* L., *Levočska* und *Rožnovska*, *Cynosurus cristatus* L., *Agrostis tenuis* (Sibth), *Agropyron pectiniforme* (Roem. Sch.) und *Agrostis stol. prorepens* (Koch) weisen relativ höhere Wurzelreißfestigkeits- als Wurzelelastizitätswerte auf, während *Agrostis stolon. gigantea* (Roth), *Festuca rubra* L. sowie *Cynodon dactylon* L. Pers. höhere Wurzelelastizitäts- als Wurzelreißfestigkeitswerte haben.

Wenn man die spezifische Reißfestigkeit mit der spezifischen Wurzeldeformation vergleicht, so kann mit Ausnahme einiger Fälle festgestellt werden, daß relativ höhere Reißfestigkeitswerte höheren Wurzeldeformationswerten entsprechen (Tabelle 4).

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen der mechanischen Wurzeleigenschaften bei einjährigen und dreijährigen Pflanzen bestätigen die Feststellung Slavonovsky's (1958, 1959), daß die spezifische Reißfestigkeit bei älteren Wurzeln relativ kleiner, bei jüngeren jedoch relativ höher ist.

Literatur

- Boškovič, P., 1969: Grasarten für Sportrasenflächen. Das internationale Symposium Ljubljana.
- Boškovič, P., 1971: Bau und Pflege der Sportrasenflächen. Forum S. 84. Novi Sad.
- Klečka, A., 1936: Tabulky travních směsí pro louky trvale, dočasne, sady, železniční nasipy, suhe strane, melioračné svahy, rašeliný, hřište, cvičište letište a okrasné travníky. Praha.
- Slavonovsky, F., 1958: Mechnické vlastnosti korenu nekterých pobřežních rostlin Vranovské prehrady. Brno.
- Slavonovsky, F., 1959: Zpevnjující význam nekterých psamofytu slovenskeho Zahori. Brno.
- Salyt, M. S., 19950: Podzemnaja časť nektornih lugovih stepnih i pustinnih rastenii i fitocenozov. Akademia nauka SSSR.

Tabelle 3:

Niederschlagsmenge in mm, Nymburk 1966–1968

J a h r	M o n a t e												I n s g e s a m t	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Pro Jahr	IV–IX
50jähr. Durchschnitt	34,0	29,0	39,0	48,0	60,0	81,0	82,0	76,0	50,0	41,0	38,0	41,0	619,0	397,0
1966	29,0	28,7	42,6	41,5	56,6	82,2	87,0	52,9	51,4	36,6	39,4	29,5	577,5	372,2
1967	18,2	34,3	33,8	59,3	64,2	56,4	76,7	58,5	52,5	42,7	52,5	26,3	575,4	367,6
1968	25,3	14,1	24,6	32,3	58,3	89,3	82,3	67,5	56,9	30,8	47,1	5,0	533,5	386,6
Durchschnitt 66–68	24,2	25,7	33,7	44,4	59,7	75,9	82,3	59,6	53,6	36,6	46,3	20,2	562,1	375,5

Durchschnittstemperaturen in °C Nymburk 1966–1968

J a h r	M o n a t e												I n s g e s a m t	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Pro Jahr	IV–IX
50jähr. Durchschnitt	-1,5	0,0	3,2	8,6	13,5	17,4	19,2	18,5	14,8	9,3	3,3	-0,3	8,8	15,3
1966	-1,1	1,2	4,7	11,2	14,5	18,7	17,1	17,9	14,1	10,1	4,9	-2,2	9,2	15,6
1967	-2,1	0,9	3,9	8,7	13,2	17,1	18,9	18,3	14,5	9,1	4,1	-1,4	8,7	15,1
1968	-2,0	1,4	4,2	10,7	12,4	18,4	18,8	17,4	13,9	10,9	3,7	-2,2	8,9	15,3
Durchschnitt 66–68	-1,7	1,2	4,3	10,2	13,4	18,1	18,3	17,9	14,2	10,0	4,2	-2,2	8,9	15,3

Tabelle 4:

Übersicht der mechanischen Graswurzeleigenschaften, als Durchschnittswerte wiedergegeben, Nymburk

Nr.	Art – Sorte	Ergebniss 1964 Dreijährige Wurzeln			Ergebnisse 1965 Zweijährige Wurzeln			Ergebnisse 1966 Einhährige Wurzeln		
		\sqrt{E} %	P kg/cm ²	AV gcm/cm ³	\sqrt{E} %	P kg/cm ²	AV gcm/cm ³	\sqrt{E} %	P kg/cm ²	AV gcm/cm ³
1.	Agrostis canina L.				8,7	12.018	518.583			
2.	Poa trivialis L.				9,4	10.294	401.512			
3.	Poa annua L.				8,1	8.828	335.470			
4.	Agrostis stol. gig (Roth) Lev.				13,3	4.436	288.061	9,0	14.389	547.080
5.	Agrostis stol. gig. (Roth) Rož.				13,5	3.350	247.256			
6.	Poa compressa L.				12,7	4.101	245.543	15,4	20.342	2.327.393
7.	Poa pratensis L. Rož.				5,9	4.815	149.982			
8.	Cynosurus cristatus L. Rož.	6,9	2.334	154.216	4,7	5.980	136.485			
9.	Festuca rubra L. rubra	18,1	1.268	122.460	10,3	2.275	132.574	13,8	4.996	494.966
10.	Festuca rubra genuina (Hack) Lev.				11,3	2.441	127.117			
11.	Agrostis tenuis (Sibth)				6,9	3.249	112.769			
12.	Festuca rubra genuina (Hack) Lev.				10,9	1.684	93.074			
13.	Agropyron pectiniforme (Roem. Sch.)				5,0	3.587	92.919			
14.	Poa pratensis L. Lev.	10,9	1.104	72.455	6,5	2.369	76.350	8,8	2.564	103.953
15.	Phleum pratense L. Vet.				7,8	1.417	67.756			
16.	Festuca ovina L. Meckl.				8,1	1.322	60.929	15,4	16.135	1.561.172
17.	Lolium perenne L. Rož.	14,7	1.525	104.778	7,8	1.545	59.812	6,2	3.257	105.391
18.	Lolium perenne L.				6,3	1.379	49.187			
19.	Agrostis stol. ssp. prorep. (Koch)	7,8	690	25.089	6,2	2.230	42.275			
20.	Festuca rubra genuina (Hack) Rož.				6,2	1.202	40.365			
21.	Lolium perenne L. Bača				5,0	550	25.477	6,2	5.016	73.849
22.	Cynodon dactylon L. Pers.				10,0	369	19.945			

BE MER KUNG: Wurzelelastizitätsgrenze \sqrt{E} % Reißfestigkeit P kg/cm² Wurzeldeformation Av gcm/cm³

Tabelle 5:

Wurzelmassenentwicklung, Nymburk 1965

Nr.	Art – Sorte	g		Relativ 100 = 48,49	Signifikanz
		1 dcm ³	1 ha / 1 dcm		
1.	FESTUCA RUBRA GEN. LEV.	9.505	95,05	196	++
2.	POA TRIVIALIS L.	8.190	81,90	169	++
3.	AGROPYRON PECTINIFORME (Roem Sch.)	7.955	79,95	165	++
4.	FESTUCA OVINA L. MECKL.	7.583	75,83	156	++
5.	POA PRATENSIS L. ROZ.	6.033	60,33	124	++
6.	FESTUCA RUBRA GEN. (Hack) Rož.	5.965	59,65	123	++
7.	AGROSTIS CANINA L.	5.823	58,23	120	++
8.	CYNODON DACTYLON L. Pers.	5.763	57,63	119	++
9.	FESTUCA RUBRA GEN. (Hack) Tab.	5.563	55,63	115	++
10.	FESTUCA RUBRA L. SSP. RUBRA	5.325	53,25	110	++
11.	POA PRATENSIS L. LEV.	5.125	51,21	106	
12.	AGROSTIS TENUIS (SIBTH)	4.703	47,03	97	
13.	AGROSTIS STOL. GIG. (Roth) Rož.	4.025	40,25	83	---
14.	LOLIUM PERENNE L.	3.750	37,50	77	---
15.	LOLIUM PERENNE L. BACA	3.670	36,70	76	---
16.	POA COMPRESSA L.	3.323	33,23	69	---
17.	LOLIUM PERENNE L. ROZ.	3.183	31,83	66	---
18.	CYNOSURUS CRISTATUS L. ROZ.	3.083	30,83	64	---
19.	AGROSTIS STOL. GIG. (Roth) Lev.	2.620	26,20	54	---
20.	PHLEUM PRATENSE L. VET.	2.133	21,33	44	---
21.	POA ANNUA L.	1.980	19,80	41	---
22.	AGROSTIS STOL. PROREP. (Koch)	1.340	13,40	28	---

B E R E C H N U N G :

INSGESAMT				1.066,80	
DURCHSCHNITT				48,49	100
Signifikanzunterschied	P = 5 %	0	0,34	3,40	7
	P 0 1 %	0	0,45	4,52	9

5. Zusammenfassung

Die Grasarten und -sorten mit besseren mechanischen Wurzeigenschaften (Wurzelelastizität, Reißfestigkeit und Wurzeldeformation) sind besonders zur Verwendung bei Strapazierrasenflächen geeignet, da sie einen trittfesten und resistenten Rasen bilden.

Die Untersuchungen der mechanischen, für Park- und Sportplatzrasen bedeutenden Graswurzeigenschaften fanden in der Zeit von 1964–1966 in Nymburk statt. Die Versuche wurden nach der Methode Slavonovsky durchgeführt.

Zu den Gräsern mit relativ guten mechanischen Wurzeigenschaften werden *Poa trivialis* L., *Festuca rubra genuina* L. (Hack), *Poa pratensis* L., *Festuca rubra rubra* L. und andere gezählt.

Zu den Gräsern mit relativ schwachen mechanischen Wurzeigenschaften werden *Lolium perenne* L., *Agrostis stolonifera* ssp. *prorepens* (Koch), *Cynosurus cristatus* L. u. a. gezählt.

Summary

Grass species and varieties with better mechanical root properties (root elasticity, tensile strength and root deformation) are highly qualified for hard-wear turfs, because they form treading-resistant swards.

In order to analyse the mechanical root properties, so highly significant for parking lot turfs and sports ground turfs, experiments were carried out at Nymburk from 1964 to 1966, bases on the Slavonovsky-method.

Grasses with relatively good mechanical root properties are, for example: *Poa trivialis* L., *Festuca rubra genuina* L. (Hack), *Po pratensis* L., *Festuca rubra rubra* L., and others.

Relatively poor mechanical root properties, showed, however, the following grasses: *Lolium perenne* L., *Agrostis stolonifera* ssp. *prorepens* (Koch), *Cynosurus cristatus* L., and others.

Bekämpfung von *Poa annua* in Rasenflächen

W. Versteeg, Arnheim

In einem Land wie den Niederlanden mit einem Seeklima, das nicht extrem kalt, warm und trocken ist, kommt die Grasart *Poa annua* auf allen Grasflächen und besonders auf Sportfeldern spontan vor.

Da die Belastbarkeit von *Poa annua* besonders in der Zeit der intensivsten Benutzung der Sportfelder nicht groß ist, bezeichnen wir *Poa annua* als eine auf Sportplätzen nicht erwünschte Grasart. Ebenso wie auf Sportplätzen ist *Poa annua* auch auf Fertigrasenanzuchtflächen ein nicht gerne gesehenes Gras, vor allem nicht dort, wo man ein Qualitätsprodukt für Zier- und Spielrasen sowie Sportplätze heranziehen will.

Bei dem Bestreben, bei der Ansaat von Gras von einem „guten“ Boden auszugehen, ist aus der Praxis bekannt, daß bei einem schnellen Aufgang und folgendem raschen Wachstum der Ansaat *Poa annua* weniger die Möglichkeit hat, sich zu festigen als in dem Fall, daß das eingesäte Gras sich langsam entwickelt. Auch wenn die Inbetriebnahme des Sportfeldes mit einer Grasnarbe beginnt, in der kein *Poa annua* vorhanden ist, kann es nach einigen Jahren einen mehr oder weniger großen Anteil des Rasenbestandes ausmachen.

Der größte Anteil an *Poa annua* ist auf Plätzen zu finden, die intensiv genutzt und deshalb am stärksten geschädigt werden. Durch derartige Schädigungen ist es *Poa annua* möglich, sich zu entwickeln und sich mehr oder weniger stark auszubreiten. Vielleicht ist es mit Hilfe einer maschinellen Nachsaat mit Maschinen, die das Saatgut in den Boden bringen, möglich, den Anteil guter Sportplatzgräser gegenüber der Methode des breitwürfigen Nachsäens besser oder ganz zu erhalten.

Um einen Überblick von der Möglichkeit zu gewinnen, *Poa annua* in einem Rasenbestand, Zierrasen und Sportfeld, chemisch zu bekämpfen, haben die Heidemij Nederland BV in Arnheim und das Institut für Biologisch-chemische Untersuchungen in Wageningen ab 1972 Versuche mit verschiedenen Mitteln zu verschiedenen Anwendungszeiten und zu verschiedenen Grasarten vorgenommen. Die Ansaat fand im April auf einem Sandboden mit 4% organischer Substanz unter Verwendung folgender Grasarten und -sorten statt:

Lolium perenne — Manhattan, Pelo
Cynosurus cristatus
Phleum nodosum — S 50
Festuca rubra commutata — Highlight/Topie
Festuca rubra trichophylla — Oase, Dawson
Agrostis tenuis — Bardot, Browntop
Agrostis stolonifera — Penncross.

Versuch A — Behandlung 1 Monat vor der Aussaat

Produkte in kg/ha:	Venzar	1,0	Campagard	4,0
	Eptapur	2,0	Maloran	1,5
	Gesudin	2,0	Tenoran	5,0
	Tribunil	2,0	Ingran-50	2,0
	Camparol	1,5	Dicuran	0,75.

Ergebnis:

Venzar wirkte abtötend auf alle nach 1 Monat eingesäten Gräser. Bei Eptapur war die Wirkung gegen *Poa annua* sehr gut, aber die meisten Gräser blieben zu lange im Wachstum hinter vor allem Manhattan und Penncross zurück. Camparol zeigte die beste Wirkung, lediglich die *Agrostis*-Arten hatten gelitten. *Poa annua* wurde sehr gut bekämpft, besonders in *Cynosurus cristatus*, *Phleum nodosum* und den *Agrostis*-Gräsern Penncross und Browntop. Dicuran wirkte etwas weniger auf die Rasenansaat ein als Eptapur, war sonst aber mit Eptapur vergleichbar. Die *Agrostis*-Gräser reagierten am empfindlichsten. Die übrigen verwendeten Mittel erwiesen sich als nicht interessant, da *Poa annua* praktisch nicht erfaßt wurde. Dies dürfte mit ihrer relativ kurzen Wirkungsdauer zusammenhängen, ferner gab es während der Versuchsdurchführung reichlich Niederschlag.

Versuch A 2 — Behandlung 3 Tage nach der Ansaat

Produkte in kg/ha:	Venzar	1,0	Campagard	4,0
	Eptapur	2,0	Tenoran	5,0.
	Tribunil	2,0		

Ergebnis:

Venzar griff alle Ansaaten derart stark an, daß keine Keimung erfolgte. Die übrigen Produkte, insbesondere Eptapur, verursachten eine klare Verzögerung der Anfangsentwicklung. Die *Poa annua*-Bekämpfung enttäuschte im allgemeinen. Deshalb muß davor gewarnt werden, diese Mittel kurz nach der Ansaat anzuwenden.

Versuch A 3 — Behandlung 4 Monate nach der Ansaat

Produkte in kg/ha:	Tribunil	4,0	AA Karmex	2,0.
	Tribunil	6,0		

Ergebnis:

Die *Poa annua*-Bekämpfung war sehr gut, allerdings erwies sich die Dosierung mit 6,0 kg Tribunil für alle Grasarten als zu hoch bemessen. Sogar die Aufwandsmenge von 4,0 kg Tribunil pro ha war für die meisten Arten und Sorten schon überhöht. Nur Manhattan, Oase und Dawson zeigten sich relativ unempfindlich. Besonders empfindlich schienen *Cynosurus cristatus*, S 50 und die *Agrostis*-Sorten, insbesondere Bardot, zu sein. Die übrigen Arten und Sorten zeigten nur geringe Schäden und erholten sich gut.

Die Wirkung von AA Karmex mit 2 kg/ha war nach anfänglich geringer Wirkung viel zu stark. Im folgenden Jahre vermochten sich nur Merion, Bardot und Browntop zu generieren.

Versuch A 4 — Behandlung 6 Monate nach der Ansaat

Produkte in kg/ha:	Eptapur	4,0	Tribunil	6,0
	AA Karmex	2,0	Gesagard-50	3,5.
	Tribunil	4,0		

Ergebnis:

Eptapur schädigt viele Gräser stark, obzwar sie sich später wieder verwachsen. Eine Ausnahme bildeten Highlight, S 50 und Browntop. AA Karmex war etwas aggressiver als Eptapur. Cynosurus cristatus, S 50 und die Festuca-Sorten zeigten sich gegenüber diesem Mittel als sehr empfindlich.

Tribunil wirkte auch in diesem Versuch rascher als AA Karmex, allerdings war der Effekt etwas geringer. Im Herbst waren noch deutliche Schäden bei S 50, Bardot und Browntop sichtbar. Bardot erholte sich allerdings im Frühjahr gut. Von den Poa pratensis-Sorten war Merion am resistentesten, bei Festuca rubra ist dies Oase. Die Wirkung gegen Poa annua ließ sich als gut bewerten. Tribunil mit 6 kg/ha verabfolgt ergab gegenüber der Anwendung von 4 kg/ha Tribunil in Wirkung und Nachwirkung praktisch keine Unterschiede. Nur Pelo und Dawson benötigten recht lange, um die entstandenen Schäden zu überwinden. Der Effekt gegen Poa annua war bis zum Juni bei 6 kg Tribunil etwas besser als bei 4 kg. Gegenüber Gesagard-50 erwiesen sich auch S 50 und Browntop als ziemlich empfindlich, die Poa annua-Bekämpfung war hingegen gut. Allerdings trat im Frühjahr erneut Samenkeimung ein.

Zusammenfassung

Die Bekämpfung von Poa annua in einer Grasnarbe ist stets mit einer mehr oder minder großen Schädigung der Ansaat verbunden. Das beste Resultat ergab eine Behandlung mit 4 kg Tribunil im Oktober auf einem mindestens 4 bis 5 Monate alten Gräserbestand. Der Schaden an der Ansaat ist in starkem Maße von den Grasarten abhängig, aus denen die Grasnarbe besteht. Gewöhnlich werden die Zierrasengräser, insbesondere die Agrostis-Arten, mitunter auch Phleum und mehrere Sorten von Poa pratensis, ernsthaft geschädigt. Im allgemeinen kann festgestellt werden, daß innerhalb jeder Grasart große sortenabhängige Anfälligkeitsunterschiede bestehen.

Summary

When Poa annua is controlled in the sward, the sown grasses generally damaged more or less at the same time. Best results were achieved when 4 kg of Tribunil were applied in October to a turf which had to be at least 4 to 5 months old. To which extent the plants are damaged, depends mainly on the grass species in the turf. Lawn grasses are generally most severely damaged, such as Agrostis species in particular, but sometimes even Phleum and several varieties of Poa pratensis suffer damage. The general conclusion is that the grass species differ widely as far as susceptibility is concerned, depending, however, on the variety concerned.

Rasenprobleme in öffentlichen Grünanlagen, dargestellt am Beispiel Humboldthain in Berlin-Wedding

H. Hiller, Berlin

1. Zur Erholungsnutzung von Rasen

Insbesondere in den dicht besiedelten, laufend weiter versteinerten Ballungsgebieten der Großstädte werden mehr und mehr aktiv benutzbare Grünflächen benötigt; denn durch die andauernde Verringerung an innerstädtischen Freiflächen, u. a., durch Bebauung von Kleingärten, wurden schon allzu viele aktiv nutzbare Feierabenderholungsflächen vernichtet. Hinzu kommt, daß immer mehr Menschen, die beruflich sehr einseitig belastet sind und ihren Arbeitstag in geschlossenen, teilweise sogar vollklimatisierten Räumen ohne Tageslicht verbringen müssen, menschenwürdige Erholungsmöglichkeiten unter freiem Himmel zur Erhaltung ihrer physischen und psychischen Gesundheit benötigen. Auch seien in diesem Zusammenhang die verkürzte Arbeitszeit, damit vermehrte Freizeit und die „Trimm-Dich-Welle“ erwähnt. Um nun den wachsenden Bedürfnissen nach aktiver Feierabenderholung im Grünen zu entsprechen, wurden in Berlin (West) — wie auch in Wien vor zwei Jahren begonnen (WOESS, 1974) — die Rasenflächen in den öffentlichen Grünanlagen nach und nach, mehr oder weniger stillschweigend, zur Nutzung freigegeben, trotzdem das „Gesetz zum Schutze der öffentlichen Grün- und Erholungsanlagen vom 3. November 1962“ (Land Berlin, 1962) weiterhin in Kraft ist. Diese zweifellos begrüßenswerte aktive Rasenbenutzung hat jedoch dazu geführt, daß die Rasenflächen in den öffentlichen Grünanlagen nun zu jeder Jahreszeit und bei jeder Wetterlage — sogar bei Frost und Tauwetter! — von den Bürgern aller Altersgruppen und ihrer zahlreichen Hunde aller Größen derart übermäßig strapaziert wurden, daß vielerorts nur noch Kahlflecken mit stellenweise Poa annua und während des Sommers Polygonum aviculare von den ursprünglichen Rasen übrig geblieben sind. Es war also in der Eile und der Euphorie der „Trimm-Dich-Welle“ übersehen worden, daß weder die pflanzenartige Zusammensetzung der Rasen noch ihre zumeist recht extensive Pflege mit gar keiner oder nur sehr geringer unregelmäßiger Düngung (HILLER, 1972) ein Betreten, geschweige denn eine derartige schrankenlose Strapazierung der Rasenflächen gestatten.

Im folgenden soll am Beispiel einer stark frequentierten großen öffentlichen Grünanlage in einem dicht bebauten, grünflächenarmen Berliner Bezirk der Zustand der Rasenflächen und ihre Ursachen aufgezeigt werden.

Anschließend sollen Vorschläge für eine maßvolle, tragbare Rasennutzung entwickelt werden und dabei vermeidbare Rasenüberstrapazierungen erörtert werden.

2. Lage, Standort und Geschichte der Untersuchungsfläche

Die hier behandelten Rasenflächen liegen im Volkspark Humboldthain in Berlin-Wedding, d. i. nahe der östlichen Grenze von Berlin (West). Die natürlichen Standortverhältnisse seien der Kürze halber gekennzeichnet durch das subkontinental beeinflusste Klima mit 596 mm Jahresniederschlägen nach dem langjährigen Mittel. Diese relative Trockenheit wird verschärft durch das zu warme und zu trockene Stadtklima dicht bebauter Stadtteile.

Der Humboldthain wurde im Jahre 1869 gegründet, um „dem Publikum der Hauptstadt einen anziehenden Spaziergang zu ermöglichen und einen anmutigen Erholungsplatz zur Verfügung zu stellen“ (Der Sen. f. Bau- u. Wohnungswesen, 1970). Der jetzige Humboldthain ist, was Gestaltung und Pflanzungen angeht, eigentlich eine junge Anlage; denn durch den Bau von großen Bunkern zu Beginn des Krieges sowie schweren Zerstörungen in den letzten Kriegstagen und die Aufschüttung von Trümmerschutt wurde in den Jahren 1948 bis 1951 eine Neugestaltung und -anlage erforderlich (Der Sen. f. Bau- u. Wohnungswesen, 1972). Der Humboldthain ist etwa 28 ha groß; davon nehmen die fünf Rasenflächen mit insgesamt 12,5 ha knapp die Hälfte der Parkfläche ein.

Der Humboldthain stellt ein wichtiges Naherholungsgebiet dar für den dichtbesiedelten, grünflächenarmen südlichen Wedding, (Sen. f. Bau- u. Wohnungswesen, 1972, 1975). Die starke Frequentierung des Parkes spiegelt den Zustand der Rasenflächen unübersehbar wieder.

3. Der Zustand der Rasenflächen im Humboldthain

Einführend sei die Arbeitsweise der Untersuchungen kurz erläutert: Anfang Juni 1974, nach einem relativ niederschlagsreichen Mai, jedoch ansonsten sehr trockenem Frühjahr, wurden die Pflanzenbestände der einzelnen Rasenflächen mittels Vegetationsaufnahmen erfaßt. Dazu wurden die Bestandsdeckung und die Lücken in der Narbe sowie die Anteile der einzelnen Pflanzenarten als Flächenanteile — nicht als Gewichtsanteile! — in v. H. geschätzt. Dabei wurde das geringe, spurenweise Auftreten von Pflanzen, d. h. bei Flächenanteilen unter 1 v. H. mit dem Zeichen „+“ vermerkt. Bei der tabellarischen Verarbeitung wurden die einzelnen Rasenflächen separat behandelt.

Tabelle 1 zeigt die Pflanzenbestände der fünf Rasenflächen im Humboldthain.

Eine Begehung der Rasen im Juli 1975 ließ keinerlei wesentliche Veränderungen der Rasen erkennen.

Tabelle 1: Pflanzenbestände der Rasenflächen im Humboldthain in Berlin-Wedding im Juni 1974

Rasenflächen-Nr.	I	II	III	IV	V
Flächenanteile	in v.H.				
Bestandesdeckung	75	80	80	85	70
Lückenanteile in der Narbe	50	40	30	30	50
Rasengräser:					
Agrostis stolonifera	-	-	-	5	-
Agrostis tenuis	-	-	-	-	+
Festuca ovina	-	-	-	-	1
Festuca rubra rubra	+	2	5	-	10
Lolium perenne	12	13	9	27	30
Phleum pratense	-	-	-	-	1
Poa pratensis	+	+	1	1	5
	12	15	15	33	47
Davon ausläufertreibende Arten:	>1	2	6	6	15
Sonstige Gräser:					
Bromus mollis	1	+	-	-	+
Dactylis glomerata	5	+	2	-	-
Festuca pratensis	2	-	+	+	2
Hordeum murinum	+	-	-	-	-
Poa annua	35	50	38	20	26
Poa trivialis	-	-	-	2	-
Kräuter:					
Achillea millefolium	1	1	3	2	2
Arctium spec.	-	-	-	-	+
Bellis perennis	-	-	-	3	-
Capsella bursa-pastoris	12	11	8	3	2
Crepis biennis	+	-	+	+	-
Erigeron canadense	-	+	-	-	-
Geranium rotundifolium	-	+	-	-	-
Plantago lanceolata	+	-	-	+	-
Plantago maior	7	3	3	4	7
Polygonum aviculare	3	3	3	-	2
Taraxacum officinale	2	2	3	3	2
Trifolium repens	20	15	25	30	10
	45	35	45	45	25
Kurzlebige Pflanzenarten insges.	50	64	49	23	30

3.1 Narbendichte

Zunächst sei die Narbendichte bzw. die Lückigkeit der Rasen als besonders auffällig betrachtet.

Zahlreiche ausgedehnte, von jedem Pflanzenbewuchs entblößte Kahlfächen lassen schon auf den ersten Blick die unbeschreibliche Übernutzung der Rasenflächen im Humboldthain erkennen. Da sich diese oft mehrere hundert Quadratmeter großen Kahlfächen überwiegend auf ebenen Geländeteilen befinden, sind diese hauptsächlich durch Fußballspieler verursacht worden. Diese völlig vom Pflanzenwuchs entblößten Flächen sind nicht in die Aufnahmeflächen — also auch nicht in die Schätzung der Narbendichte — mit einbezogen worden. Die noch als Rasen zu bezeichnenden Flächen, d. h. dort, wo noch Pflanzenbewuchs vorhanden ist, haben Bestandesdeckungen zwischen 70 und 85 % mit Lückenanteilen zwischen 30 und 50 %.

3.2 Pflanzenbestand

Der Pflanzenbestand, insbesondere der Narbenanteil der eigentlichen Rasengräserarten ist ausschlaggebend für die Beurteilung des Zustandes von Rasenflächen und der potentiellen Möglichkeiten für umbruchslose Verbesserungsmaßnahmen (HILLER, 1972). Die Rasennarben im Humboldthain bestehen nur zu 12 bis 47 % aus eigentlichen Rasengräsern; davon sind lediglich < 1 bis 15 % Gräserarten, die aufgrund ihrer Ausläuferbildung in der Lage sind, Lücken in der Narbe zu schließen.

Der relativ hohe Flächenanteil von 9 bis 30 % des zwar sehr strapazierfähigen, jedoch unter regelmäßigem Rasenschnitt nur bedingt ausdauernden Lolium perenne ist mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit zu erklären durch laufende Nachsaaten mit der bekanntlich sehr weidelgrasreichen sog. „Tergartenmischung“. Diese bietet ebenfalls die Erklärung für die äußerst geringen Narbenanteile der strapazierfähigen Rasengräser Poa pratensis, Phleum pratense und dem gänzlichen Fehlen von Cynosurus cristatus.

Um hier gleich allen etwaigen Mißverständnissen bezüglich der Belastbarkeit der eigentlichen strapazierfähigen Rasengräser zu begegnen, sei auf die erfahrungsgemäß sehr großen Mischungsanteile von Lolium perenne in der ansonsten recht undefinierten sog. „Tergartenmischung“ hingewiesen, die zu den laufenden Nachsaaten im Humboldthain verwendet wurde. Zugleich sei erinnert an die zumeist äußerst geringen Anteile von Poa pratensis u. a. wertvollen Rasengräser in derartigen undeckelten, fertig abgepackten Ansaatmischungen.

Außerdem muß das bekanntlich sehr aggressive Konkurrenzverhalten von Lolium perenne berücksichtigt werden, das insbesondere bei hohen Ansaatanteilen durch seine rasche Jugendentwicklung die langsamwüchsigen Mischungspartner bereits im Keimlingsstadium verdrängt.

Von den sonstigen, d. h. mehr oder weniger rasenungeeigneten Gräsern tritt die kurzlebige Poa annua auf allen fünf Rasenflächen auf mit erheblichen Narbenanteilen von 2 bis 50 %. Aus der Gruppe der Kräuter ist die ausdauernde, schnitt- und trittfeste Achillea millefolium hervorzuheben, die auf allen Flächen — wenn auch mit geringen Anteilen — anzutreffen ist. Diese aufgrund ihres Wurzeltiefganges trockenheitsverträgliche und mittels ihrer Rhizome narbenbildende Pflanzenart sollte in Ansaatmischungen für Gebrauchs- und Strapazierrasen auf trockenen Standorten aufgenommen werden, zumal ihre sehr feinen Blätter auch den Rasenaspekt nicht stören. Die kurzlebige Capsella bursa-pastoris hat sich auf allen Rasenflächen eingefunden und nimmt 2 bis 12 % Flächenanteile ein.

Bei Berücksichtigung der Lebensdauer aller Bestandesbildner fällt auf, daß sich — im Juni — die Rasennarben aus 23 bis 64 % kurzlebigen Arten zusammensetzen. (Unter dem Begriff kurzlebige sind hier die einjährig-sommerannuellen, einjährig-winterannuellen und zweijährigen Pflanzenarten zusammengefaßt worden).

Die für einen Dauerrasen erstaunlich hohen Anteile an kurzlebigen Narbenbildern lassen schon im Juni erkennen, daß die Rasenflächen außerhalb der Vegetationsperiode nur zu recht geringen Teilen als Rasennarbe anzusprechen, d. h. mit grünen Pflanzen bedeckt sind.

So muß zusammenfassend festgehalten werden, daß wegen der sehr geringen Narbenanteile an Rasengräserarten, die ausdauernd sind sowie der noch geringeren Anteile an ausläufertreibenden Gräsern und der zahlreichen ausgedehnten Kahlfächen die umbruchslosen Rasenverbesserungsmaßnahmen keinerlei Aussicht auf Erfolg böten; hier ist allein nur Umbruch mit Neuanlage mittels Ansaat bzw. Aendecken von Fertigrasen erfolgversprechend.

3.3 Wuchseigenschaften der Narbenbildner im Hinblick auf Pflege und Nutzung

Zur Ermittlung der rasenbedeutsamen Wuchseigenschaften Schnitt- und Trittfestigkeit wurden die Ellenberg'schen Artenkennzahlen (ELLENBERG, 1952) herangezogen, wie es Verf. (HILLER, 1972) schon für die Rasenflächen einer anderen großen Berliner Grünanlage durchgeführt hat. Um die kleine Arbeit nicht über Gebühr auszudehnen, wird im folgenden auf die Beigabe von weiteren Tabellenmaterial verzichtet, das bei Verf. eingesehen werden kann.

Die Schnittfestigkeit als Ausdruck für das Nachtriebsvermögen nach häufig wiederholtem Mähen ist bekanntlich die Hauptkomponente der Raseneignung von Gräsern. Im Humboldthain weisen nun die Rasenflächen überwiegend als schnittfest anzusprechende Pflanzenbestände auf. Das läßt auf regelmäßiges Mähen schließen; tatsächlich werden dort die Rasen etwa wöchentlich mittels Triplex-Spindelmäher im Mulchschnittverfahren gemäht.

Zur Abschätzung der Belastbarkeit der Rasenflächen wurde die Trittfestigkeit nach ELLENBERG (1952) ermittelt. Die Rasennarben im Humboldthain setzen sich überwiegend aus trittfesten Arten mit erheblichen Anteilen an ausgesprochenen Trittpflanzen zusammen. Die dortige unbeschreiblich harte Strapazierung der Rasenflächen haben also keine etwas trittempfindlichere Pflanzen aushalten können. Auch kommt die übermäßige Belastung der Rasen im Humboldthain deutlich zum Ausdruck im Fehlen bzw. nur sehr geringen Auftreten von den sog. typischen, jedoch trittempfindlichen bis nur mäßig trittfesten Rasenunkräutern, wie z. B. Crepis biennis, Plantago lanceolata, Stellaria media und Veronica chamaedrys.

Die auf den Rasenflächen im Humboldthain befindlichen ausgesprochenen Trittpflanzen sind größtenteils kurzlebige Arten, wie Poa annua und Polygonum aviculare, die sich aufgrund ihrer reichlichen Samenerzeugung laufend regenerieren können.

Hingegen haben die ausdauernden trittfesten Kräuter Bellis perennis und Taraxacum officinale nur relativ kleine Flächen-

anteile, während bezeichnenderweise die Trittpflanze Plantago maior recht beachtliche Narbenanteile besitzt. Schließlich sei noch als ausgesprochene Trittpflanze Trifolium repens erwähnt. Obgleich auf derart überbeanspruchten und daher lückigen Rasen der auch sehr schnittfeste Weißklee als Lückenfüller willkommen sein sollte, darf nicht übersehen werden, daß er kahlfrostempfindlich ist und infolgedessen im Winter plötzlich verschwinden kann unter Hinterlassung weiterer Kahlstellen.

4. Die Rasennutzung und ihre Grenzen

Nun erhebt sich die Frage, wie es zu dieser Zerstörung der Rasen trotz laufender Pflege und Nachbesserungen gekommen ist. Zunächst sind die einzelnen Rasenflächen im Humboldthain wechselnd als Spiel- und Liegewiesen freigegeben worden (Der Sen. f. Bau- u. Wohnungswesen, 1972); jedoch hat sich diese sowohl im Hinblick auf die Regenerierung der Narben als auch auf die Benutzer in einem derartigen großen Park mit mehreren ausgedehnten Rasenflächen günstige Lösung nicht durchhalten lassen, weil es in einer Zeit der übermäßigen Liberalisierung keine ständige Parkaufsicht mit Autorität mehr gab. Die Folge dieser übertriebenen Toleranz ist eine durch schrankenlose Übernutzung der Rasen während des ganzen Jahres lückige, von großen Kahlflecken unterbrochene Narbe (vergl. 3.1).

4.1 Übermäßige Narbenbelastung durch Fußball

Fraglos ist die narbenschädlichste Strapazierung das Fußballspielen, das durch die Verwendung von stollenbesetzten Fußballschuhen, die sogar schon Kinder im Vorschulalter tragen, noch verschärft wird. Die Tatsache, daß täglich und ganztagig sich dort das z. Z. noch „hochvirulente Fußballfieber“ schrankenlos austobte, führte zur Vernichtung der Rasen im Humboldthain. Außerdem vertreibt das „Fußballern“ alle anderen Rasenbenutzer, seien es kleine Krabbelkinder, die durch die „Ballgeschosse“ erheblich gefährdet sind, oder seien es Bürger, die sich dort ruhig sonnen wollen.

Für die Fußballspieler jeden Alters müßten also auch im Interesse aller anderen Erholungssuchenden ausreichende Ausweichmöglichkeiten geboten werden. Diese könnten in Form von Tennenplätzen mit festmontierten Toren in den öffentlichen Grünanlagen und auf Schulhöfen eingerichtet werden. Daß jedoch von Fußballern aller Altersgruppen Rasenflächen den Hartplätzen bevorzugt werden, ist ein zusätzliches Problem . . .

Jedenfalls wären sogar echte Sportrasennarben aus entsprechend strapazierfähigen Gräsern sowie Bodenaufbau mit hochintensiver Pflege nicht dieser extremen, zeitlich völlig unbegrenzten Strapazierung gewachsen; denn – einmal abgesehen von diesen in öffentlichen Grünanlagen nicht möglichen Aufwendungen – müssen bekanntlich den Sportrasen regelmäßige Schonzeiten zur Regenerierung geboten werden, um eine geschlossene Narbe nachhaltig benutzbar zu erhalten. Daß die Rasenpflege – insbesondere die Düngung – mit dem gleichen personellen und materiellen Aufwand noch fachgerechter durchgeführt werden könnte, sei hier nur kurz erwähnt. Jedoch könnte auch eine intensivere Rasenpflege nicht die ganzjährige grenzenlose Rasenstrapazierung im Humboldthain kompensieren, weil bekanntlich die Rasengräser ein Minimum an Zeit zur Regenerierung ihrer durch Tritt und Schlupf andauernd arg verletzten Pflanzenkörper benötigen, um am Leben bleiben zu können. Ohne zumindest winterliche Schonzeiten sind Rasen nicht zu halten, wie auch entsprechende Vegetationsversuche in anderen stark frequentierten Berliner Grünanlagen eindeutig gezeigt haben (WESCHE, 1975). Wie wesentlich ein konsequent durchgehaltener absoluter Winterschutz für den nachhaltigen Bestand einer dichten, während der Vegetationsperiode stark strapazierten Rasennarbe ist, haben Tummelrasen im Berliner Forst Grunewald klar bewiesen (HILLER, 1974).

4.2 Wohlstandsmüll als zusätzliche Pflegeerschweris und Gefährdung

Die in anderen Berliner Grünanlagen weiteren rasenerstörenden Überbelastungen, insbesondere durch eine Vielzahl scharrender Hunde und ihrer Exkremente, spielen im Humboldthain im Vergleich zu narbenvernichtenden „Fußballern“ nur eine untergeordnete Rolle, so daß sie hier nicht näher erwähnt werden sollen.

Hingegen ist der von den Parkbenutzern auf den Rasenflächen hinterlassene Wohlstandsmüll, insbesondere Einwegflaschen, Plastikbecher u. a., trotz reichlich vorhandener großer Abfallbehälter zu einer wachsenden Belastung geworden. Bedauerlicherweise hat die laufend vermehrte Verunreinigung der Rasenflächen in den öffentlichen Grünanlagen die Hoffnung widerlegt, daß die Verschmutzung der Grünflächen abnahme, wenn man sie direkt „körperlich“ benutzen dürfe, weil nunmehr der Abfall am eigenem Leibe lästig würde, wie noch DITTRICH (1973) erwartet hatte. Insbesondere Glascherben der häufig mutwillig zerschlagenen Flaschen gefährden Rasenbenutzer und -pfleger und müssen deshalb jedesmal vor dem Rasenmähen in zeitraubender Handarbeit entfernt werden, was den Pflegeaufwand ebenso erheblich wie unnötig vermehrt. Auch darf in diesem Zusammenhang nicht vergessen werden, daß die Mitarbeiter der Gartenbauämter ihre eigentlichen Aufgaben wegen des laufend vermehrten Abfallanfalls vernachlässigen müssen und darüber hinaus die Freude an ihrer Arbeit verlieren, wenn sie ständig den Wohlstandsmüll ihrer zumindest gedankenlosen Mitbürger wegräumen müssen.

5. Diskussion

Fraglos ist das Problem der Rasenflächen in den Berliner öffentlichen Grünanlagen die bisher geduldete ganzjährige übermäßige Strapazierung und weniger die Zerstörungswut, die sich an Gehölsen, Bänken, Abfallkörben und Einrichtungen von Kinderspielflächen mehr und mehr austobt. Die Rasenflächen nach Wiederherstellung – bevorzugt mittels Fertigrasen, um die absolute Schonzeit nach Anlage möglichst kurz zu halten – für die Erholungsnutzung aller Bürger dauerhaft zu erhalten, stellt sich weniger als gärtnerisches als vielmehr als politisches Problem. Die bisherige uneingeschränkte Übernutzung der Rasen muß auf ein narbenverträgliches Maß mit biologisch notwendigen, insbesondere winterlichen Schonzeiten beschränkt werden. Dazu ist einmal eine wirkungsvolle Überwachung erforderlich durch Polizeistreifen – nicht durch Angehörige der Gartenbauämter – mit dem Recht, Beschädigungen unmittelbar nach dem Verursacherprinzip mit Geldstrafen zu ahnden. Das „Gesetz zum Schutze der öffentlichen Grün- und Erholungsanlagen vom 3. November 1962“ (Land Berlin, 1962) bietet immer noch eine brauchbare Grundlage für eine vernünftige Regelung der Rasenbenutzung.

Gleichfalls sind Polizeistreifen mit Hunden gegen die laufend wachsende Gefährdung der Parkbesucher und der Mitarbeiter der Gartenbauämter durch Rowdybanden schon längst überfällig!

Außerdem sollte es selbstverständliche Pflicht für eine sich dem Wohl der Bürger verantwortungsbewußte Stadtplanung sein, nicht nur die noch vorhandenen innerstädtischen Grünflächen, einschließlich der aktiv nutzbaren Kleingärten, zu erhalten, sondern darüber hinaus in dicht besiedelten Wohngebieten neue Grünanlagen zu schaffen mit u. a. Rasensportplätzen.

Literatur

1. Der Senator für Bau- und Wohnungswesen Berlin (Herausgeber), 1970: 100 Jahre Berliner Grün.
2. Der Senator für Bau- und Wohnungswesen Berlin (Herausgeber), 1972: Berliner Grün – ein Wegweiser.
3. Der Senator für Bau- und Wohnungswesen Berlin (Herausgeber), 1975: Wege durch Berliner Grünanlagen.
4. DITTRICH, G. G. (Herausgeber), 1973: Umweltschutz im Städtebau – Empirische Untersuchungen, analytische Erörterungen, Empfehlungen zu Gegenmaßnahmen. – SIN Studie 3, 2. Aufl. – SIN-Städtebauinstitut Forschungsgesellschaft GmbH, Nürnberg.
5. ELLENBERG, H., 1952: Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung. – Bd. II der Reihe Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
6. HILLER, H., 1972: Beurteilung von Rasenflächen, ihrer Verbesserungsbedürftigkeit und Verbesserungswürdigkeit mit Hilfe der Ellenberg'schen Artenkennzahlen. – Z. Rasen - Turf - Gazon 3, 35–37.
7. HILLER, H., 1974: Anlage eines Liege- und Tummelrasens im Grunewald. – Allgemeine Forstzeitschrift 29, Nr. 27, 618–620.
8. Land Berlin (West), 1962: Gesetz zum Schutze der öffentlichen Grün- und Erholungsanlagen vom 3. November 1962. – Raum und Natur, Lose-Blatt-Sammlung, S. 3026 11.
9. WESCHE, J., 1975: Bericht zum Forschungsvorhaben „Untersuchungen über höhere Nutzungsmöglichkeiten der Rasenflächen der öffentlichen Grünanlagen Berlins für Erholung und Spiel der Bevölkerung“.

- im Hinblick auf die gesamtwirtschaftlichen Verpflichtungen und die speziellen Raumprobleme in Berlin (West)". — Unveröff. Mnskr.
10. WOESS, F., 1974: Stand der praktischen Anwendung der Rasenforschung in Österreich. — Z. Rasen - Turf - Gazon 5, H. 3, 58–59.

Zusammenfassung

Es wird über Untersuchungen an Rasenflächen einer stark frequentierten öffentlichen Grünanlage berichtet.

Die fünf Rasenflächen haben eine Narbenbedeckung von 70 bis 85 % mit Lückenanteilen zwischen 30 und 50 % und bestehen nur aus 12 bis 47 % eigentlichen Rasengräserarten; davon besitzen > 1 bis 15 % Ausläufer. *Lolium perenne* ist wegen der dauernden Nachsaaten mit der bekanntlich sehr weidelgrasreichen sog. „Tiergartenmischung“ reichlich vertreten. Der hohe Anteil kurzlebiger Arten deutet auf einen noch lückigeren winterlichen Zustand. Schnitt- und Trittfestigkeit nach ELLENBERG (1952) wurden zur Abschätzung der Raseneignung herangezogen und zeigen deutlich die grenzenlose Überlastung, die vorwiegend durch Fußballspieler mit Stollenschuhen verursacht wird.

Die ganzjährige übermäßige Belastung der Rasennarben muß auf ein biologisch verträgliches Maß reduziert werden, um die Rasen für alle Bürger zu erhalten.

Gleichzeitig wird die Erhaltung aller innerstädtischer Grünflächen gefordert und insbesondere in Bezirken mit hoher Wohndichte die Schaffung neuer, aktiv nutzbarer Grünanlagen mit u. a. Rasensportplätzen.

Summary

This is an article on experiments carried out in highly frequented green areas. The five turfs in question were covered by swards to 70 or 80 per cent and had between 30 and 50 per cent blanks. Actual turf grass species, 1 to 15 per cent of which have runners were found on only 12 to 47 per cent of the entire turfs. *Lolium perenne* was found frequently due to continuous reseeding with the so-called "Tiergartenmischung" a mixture, rich in perennial rye-grass. In view of the high percentage of short-lived species, the blanks are probably even more numerous in winter. The resistance to cutting and treading was also tested according to ELLENBERG (1952), with a view to assessing turf suitability. The immense over-strain which is mainly caused through the special shoes of the soccer-players became soon evident.

The over-straining of turfs all the year round should be reduced to a biologically acceptable degree, with a view to maintaining the greens for the benefit of the whole population.

The author also demands the proper maintenance of all the green areas in the city centers and — this applies in particular to densely populated sectors — the establishment of green areas which can be widely used and, amongst others, turf sports grounds.

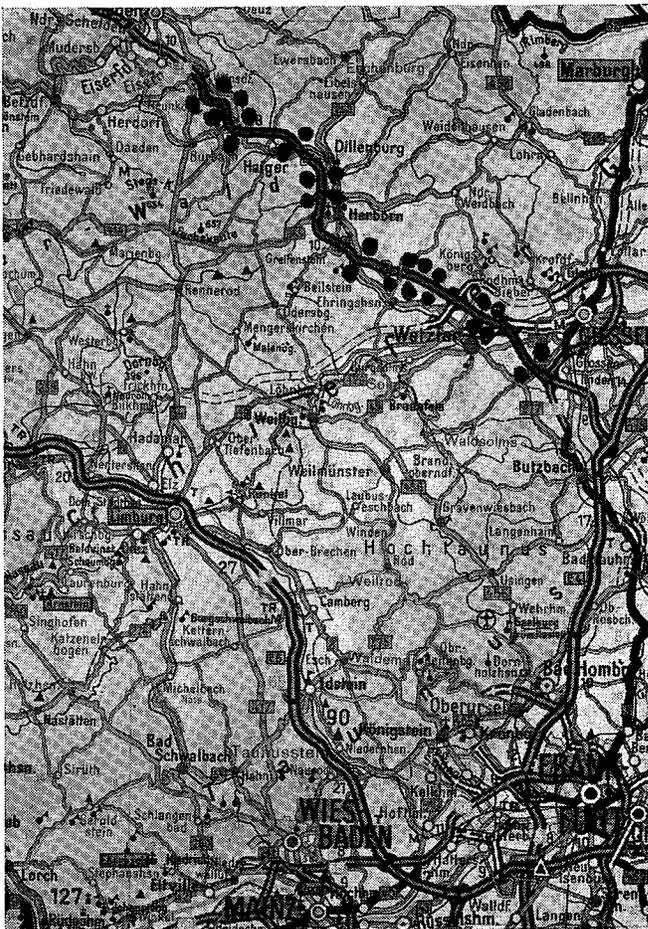
Begrünungsstandorte und Begrünungsbestände an der BAB-Sauerlandlinie Gießen-Siegen

Ch. Leyer, Gießen

1. Zweck der Arbeit

Die Untersuchungen von Begrünungsstandorten und Begrünungsbeständen an der BAB Sauerlandlinie im Abschnitt von Gießen bis Wilsdorf bei Siegen wurden im September 1974 vorgenommen, um festzustellen, wie sich die nach dem Bau

Darst. 1: Streckenübersicht



der Autobahn in den Jahren 1965/66 bis 1971/72 ausgebrachten Begrünungsansaat unter verschiedenen Standortbedingungen entwickelt haben.

2. Untersuchungsgrundlagen

2.1. Streckenübersicht

Die Autobahn von Gießen bis Siegen verläuft richtungsmäßig von Nordost nach Südwest, aber mit zahlreichen Windungen, die durch Höhenzüge und Ortsumgehungen bedingt sind (Darst. 1). Die entstandenen Böschungen haben zum großen Teil 30 bis 35° Neigung, was einem Verhältnis von ungefähr 1:1,5 entspricht. Die meisten Böschungen sind mit Boden in unterschiedlicher Schichtdicke (ca. 5 bis 15 cm) angedeckt worden. Der angedeckte Boden, der aus der näheren Trassenumgehung stammt, ist stein-grusig, sand-lehmig bis schluffig-lehmig.

2.2. Standortübersicht

Entlang des gewählten Streckenabschnittes wurden 26 Untersuchungsstandorte festgelegt, jeweils zwei Standorte auf gegenüberliegenden Einschnittsböschungen. Die Numerierung beginnt mit „2“ bei Gießen und endet mit „14“ vor der Abfahrt Wilsdorf. Die gegenüberliegenden Standorte erhielten stets die gleiche Nummer, mit Angabe der Fahrtrichtungsseite Dortmund (Do.) bzw. Gießen (Gi.).

Die Aufnahmeflächen lagen aus Gründen der vergleichbaren Repräsentanz in 1,5 bis 4 m Höhe oberhalb der Fahrbahn. Ihre Größe betrug 20 bis 25 m².

Nähere Angaben über Höhenlage, Exposition und Neigung, Niederschlag und Temperatur sowie Bodengruppe und Ansaatverfahren sind in Aufstellung 1 und 2 zusammengefaßt.

2.3. Ansaatmischungen und Ansaatverfahren

Die Ansaaten erfolgten in den Jahren 1965/66 bis 1971/72 jeweils im Zuge der Fertigstellung von Bauabschnitten (Aufstellung 3). In der Zusammensetzung der Mischungen ist deutlich die Tendenz einer Reduzierung der Artenvielfalt und der Beschränkung im wesentlichen auf 4 Gräser — *Festuca ovina*, *Festuca rubra*, *Poa pratensis* und *Argostis* — zu erkennen. Besonders bei den älteren Ansaatmischungen wurden noch bis zu 13 Arten einschl. Kräutern und Sträuchern angesät. Dennoch betrug der Anteil der obigen Arten in den ersten Jahren etwa 70 %. Hiervon entfielen wiederum auf *Festuca ovina* und *Festuca rubra* stets wenigstens 60 %, und zwar anfänglich mehr zugunsten von *Festuca ovina* und später zugunsten von *Festuca rubra*.

Aufstellung 1:

Übersicht über die Untersuchungsstandorte

Standort Nr.	a) Richtung Dortmund													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Ungef. Höhe über NN in m	180	200	210	220	220	260				300		480	500	
Exposition	S	S	S	S	S	SW	W	W	W	SSW	S	W	SW	
Neigung (°)	30	35	40	40	25	30	32	35	40	30	38	35	30	
Bodengruppe nach DIN 18 915-1	6	7	3	3	5	5	10	5	4	4	10	5	4	
Niederschlag im langj. Jahresmittel in mm	600								760	850		1000	1000	
Temperatur im langj. Mittel in °C	9								8					
Ansaatverfahren	N*)	N	A**)	N	N	N	A	N	A	N	A	N	N	

Standort Nr.	b) Richtung Gießen													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Ungef. Höhe über NN in m	180	200	210	220	220					300		480	500	
Exposition	N	N	N	N	N	NO	O	O	O	NNO	N	O	NO	
Neigung (°)	30	35	40	30	30	30	35	35	35	30	30	30	30	
Bodengruppe nach DIN 18 915-1	6	4	10	4	4	10	6	10	10	4	10	6	8	
Niederschlag im langj. Jahresmittel in mm	600								760	850		1000	1000	
Temperatur im langj. Mittel in °C	9								8					
Ansaatverfahren	N*)	N	A**)	N	N	A	N	A	A	N	A	N	N	

*) N = Normalsaat nach Bodenandeckung

**) A = Anspritzverfahren (Hydrosaat)

Aufstellung 2:

Bodengruppen nach DIN 18 915-1

Bodengruppe	Bezeichnung
1	Organischer Boden
2	Nichtbindiger Boden
3	Nichtbindiger, steiniger Boden
4	Schwachbindiger Boden
5	Schwachbindiger, steiniger Boden
6	Bindiger Boden
7	Bindiger, steiniger Boden
8	Starkbindiger Boden
9	Starkbindiger, steiniger Boden
10	Starksteiniger Boden, Fels

2.4. Klimabedingungen

Die jährlichen Niederschlagsmengen steigen – wie aus Aufstellung 2 ersichtlich – entlang des Streckenabschnittes mit

zunehmender Höhenlage von Gießen mit nur 600 mm im langjährigen Jahresmittel bis auf 1000 mm im Raum Siegen an. Im einzelnen hatten 1969 und 1970 eine einigermaßen ausgeglichene Niederschlagsverteilung, worauf 1971 als Trockenjahr mit geringem Sommerniederschlag folgte. Dieser trockene Sommer hat mit Sicherheit auf vielen Böschungen zu Vegetationsausfällen geführt. Nach einem trockenen Winter brachte das Jahr 1972 wieder durchschnittliche Niederschläge. Besonders im Raum Gießen gab es erneut 1973 ein Niederschlagsdefizit, das sich 1974 fortsetzte. Erst zum Jahresende 1974 wurden überdurchschnittliche Niederschläge registriert.

Die mangelnde Wasserversorgung im Spätsommer 1973 und im Frühjahr 1974 hat sich vermutlich insofern nachteilig auf die Böschungsvegetation ausgewirkt, als keine Regeneration stattfinden konnte.

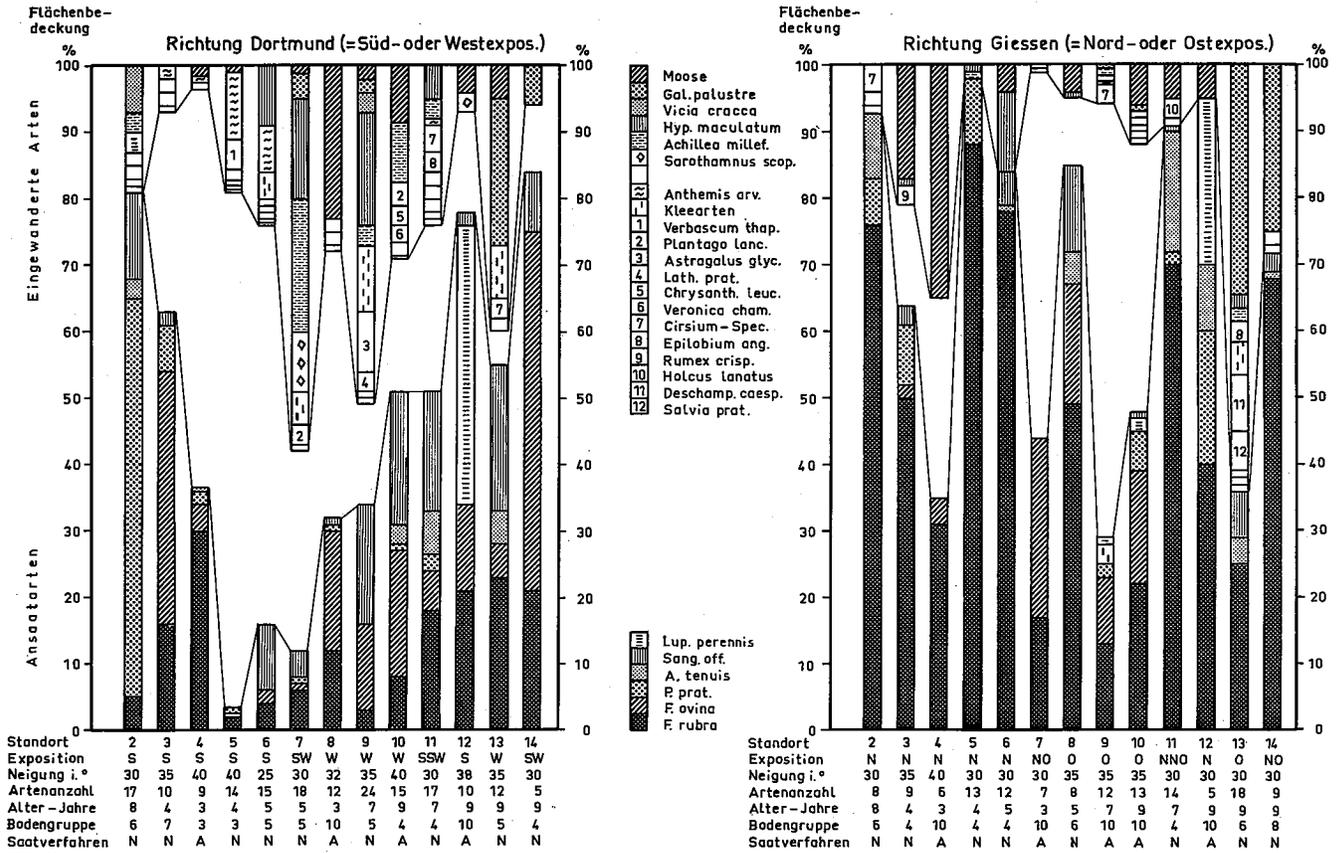
Die Jahresmitteltemperatur nimmt mit zunehmender Höhe des Geländes über NN ab. So weist Gießen eine Jahresmitteltemperatur von etwa 9° C und Dillenburg von etwa 8° C auf.

Aufstellung 3:

Zusammensetzung der Ansaatmischungen – Gew.-%

Arten	1965/66	1966	1966 – 68	1968	1969 / 70	1971	1971 / 72
<i>Festuca ovina</i>	30	45	20 35	10	35 30	30 25	20
<i>Festuca rubra</i>	15	15	30 25	20	25 35	30 35	44
<i>Poa pratensis</i>	20	5	20		20 15	20 20	15
<i>Agrostis tenuis</i>		6	10	15	12 15	12 15	7
<i>Bromus secalinus</i>	10		5 10	5			
<i>Lolium perenne</i>	5		10		5	5	8
<i>Poa trivialis</i>			10	10			
<i>Poa nemoralis</i>	15						
<i>Agrostis stolonifera</i>		4					6
<i>Phleum pratense</i>				15			
<i>Bromus erectus</i>		6					
<i>Poa compressa</i>		5					
<i>Sanguisorba officinale</i>	5	3	5	5	3 5	3 5	
<i>Lupinus perennis</i>		5		30			
<i>Lotus corniculatus</i>		1		5			
<i>Rubus fruticosus</i>		2					
<i>Rosa canina</i>		2					
<i>Trifolium repens</i>				3			
<i>Trifolium dubium</i>		1					
<i>Anthyllis vulneraria</i>				2			
Standort	13 Do/Gi 14 Do/Gi	12 Do/Gi 10 Do/Gi	2 Do 2 Gi 11 Do 9 Do 11 Gi	9 Gi	6 Do 6 Gi 7 Do 8 Gi	3 Do 3 Gi 5 Do 5 Gi	4 Do/Gi 7 Gi 8 Do
Ansaatverfahren	N	A	N N	A	N N	N N	A
Saatmenge (g/m ²)		30	20 20	20	20 20	15 15	25

Darst. 2: Bodendeckung u. botanische Zusammensetzung d. Begrünungsbestände (i.%)



2.5. **Kritische Wertung der Untersuchungen**

Die Untersuchungen wurden dadurch erschwert, daß keine exakte Vergleichbarkeit von Standorten gegeben war. Die Ansaattermine lagen zeitlich verschieden, unterschiedliche Mischungen wurden mit verschiedenen Verfahren ausgebracht, Pflegemaßnahmen und Nachdüngung waren nicht zu erfassen. Dennoch haben sich durch mikro- und makrostandörtliche Einflüsse Verhältnisse ergeben, die verallgemeinerungsfähige Schlüsse zulassen.

3. **Ergebnisse**

3.1. **Dichte der Vegetationsdecke als Kriterium des Bodenschutzes**

Die Dichte der Vegetationsdecke, d. h. der Grad der Flächenbedeckung, ist bei erosionsgefährdeten Böschungen entscheidend für die Bodenfestlegung.

Summarisch kann festgestellt werden, daß die nordexponierten Böschungen stets höhere Flächenbedeckungen aufweisen als die südexponierten (Darst. 2 u. 3). Dies hängt primär mit den verschiedenen Einstrahlungsverhältnissen und den damit verbundenen Temperaturunterschieden zusammen. Sie

haben dazu geführt, daß besonders in den letzten Jahren auf den Südexpositionen viele Ansaatarten infolge unzureichender Wasserversorgung ausgeschieden sind. Auf den meisten Untersuchungsflächen aber ist die Bodenbedeckung als Erosionsschutz ausreichend.

Im einzelnen weisen solche Nord- bzw. Ostböschungen eine deutlich geringere pflanzliche Bodenbedeckung auf, die aus steinig-felsigem Grundgestein bestehen und im Anspritzverfahren begrünt wurden. Auch bei der Südexposition steht ein niedriger Deckungsgrad mit nicht bzw. nur schwach bindigem Boden und mit einer Saatzeit in Beziehung, die von den Trockenjahren ab 1971 beeinflusst wurde. Abgesehen davon ist der begünstigende Einfluß niedriger, doch relativ infiltrationsfähiger Böden (D 2, 3) sowie höhere Lagen (D 9-14) unverkennbar.

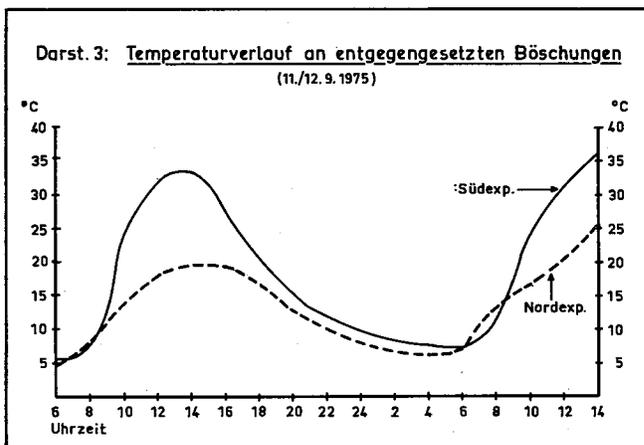
3.2. **Zusammensetzung der Böschungsvegetation**

3.2.1. **Angesäte Pflanzenarten**

Betrachtet man die botanische Zusammensetzung der Böschungsvegetation, so ergibt sich, daß die Bestände der nord- und ostexponierten Böschungen weit überwiegend aus Ansaatarten, die der süd- und westexponierten Böschungen aber zu erheblich größeren Anteilen aus eingewanderten Pflanzenarten, die der süd- und westexponierten Böschungen aber zu trägt der Deckungsanteil der Ansaatarten nur noch 3 bis 15%.

Von den angesäten Gräsern erweist sich Festuca rubra auf den Nord- bzw. Ostböschungen durchweg als wichtigste Begrünungsart, gefolgt von Festuca ovina, das hier besonders bei geringen Bodenbedeckungen vorkommt, die teilweise mit steinigem Boden und dem Verfahren der Anspritzung in Beziehung stehen. Auch ist der Anteil an Festuca ovina auf den weitaus ungünstigeren süd- und westexponierten Böschungen größer, der von Festuca rubra aber niedriger.

Poa pratensis war mit geringer Regelmäßigkeit aufzufinden, nahm auf den Nord- und Ostböschungen aber größere Anteile ein. Lediglich auf einer Südböschung aus Löß in der Nähe Gießens stieg der Bestandteil - bei 100% Bodenbedeckung - auf 60% an. Hier konnte auf den mit Oberboden abgedeckten Flächen auch Agrostis tenuis noch festgestellt werden,



dessen Vorkommen sich sonst im wesentlichen auf die höher gelegenen kühleren und niederschlagsreicheren Standorte beschränkte.

Weitere angesäte Gräser wie *Bromus secalinus*, *Bromus erectus*, *Lolium perenne*, *Poa compressa*, *Poa nemoralis*, *Poa trivialis* und *Phleum pratense* waren nicht oder nur in unbedeutenden Anteilen aufzufinden.

Von den angesäten Kräutern und Straucharten hat sich auf den Untersuchungsflächen – und besonders auf anderen angrenzenden Böschungflächen in recht unschön wirkenden Alleinbeständen – in erster Linie *Sanguisorba officinale* erhalten, das mit großer Wahrscheinlichkeit anstelle von *Pimpinella saxifraga* angesät worden ist. Größere, z. T. störende Anteile an Leguminosen ergaben sich nur bei *Lupinus perennis*. Die angesäten Straucharten *Rubus fruticosus* und *Rosa canina* waren auf den entsprechenden Ansaatflächen nicht zu ermitteln.

Im Vergleich zu den Böschungen weist der jeweils mit Oberboden aufgefüllte Mittelstreifen als Horizontalfläche bei nahezu bis ganz geschlossenem Bestand eine Dominanz an *Festuca rubra* auf. Nur an den Begrenzungssteinen herrscht, ebenso wie an der Standspur, stellenweise das besser hitzeverträgliche *Poa pratensis* vor.

3.2.2. Einwanderung von Pflanzenarten

Die Zahl der Pflanzenarten ist inzwischen beträchtlich. Sie liegt in der Gesamtsumme aller Untersuchungsflächen über 60 und schwankt pro Standort von 5 bis 24 und weist damit auf eine beträchtliche Pflanzeneinwanderung hin. Durchschnittlich sind 12 Arten anzutreffen.

Das ist ein wichtiger Hinweis für eine ökologisch wertvolle Artenbereicherung gezielt zusammengesetzter, artenarmer Begrünungsansaat, die im Verlaufe der Sukzession relativ rasch eintritt und naturnahe Vegetationsdecken schafft. Dabei ist neben ihrem Deckungsanteil auch die Zahl der eingewanderten Arten auf den dichteren, stärker mit Ansaatarten bestandenen Nord- und Ostböschungen durchweg geringer, auf den entgegengesetzten Flächen bei höherem Deckungsanteil scheinbar größer. Pflanzenarten, die in größerem Umfang oder in größerer Häufigkeit eingewandert sind, sind neben den sehr verbreiteten Moosen *Hypericum maculatum*, *Achillea millefolium*, *Anthemis arvensis*, Kleearten und vereinzelt Ginster. Allein auf den am höchsten gelegenen Standorten 13 und 14 war unter Druckwassereinfluß auf beiden Expositionen *Galium palustre* in Anteilen bis zu 35 % vorhanden.

Unternimmt man schließlich den Versuch, Zusammenhänge zwischen einzelnen einwirkenden Faktoren und der Pflanzeneinwanderung festzustellen, dann scheinen über die Exposition hinaus nur Einwirkungen des Ansaatverfahrens vorzuliegen, indem auf Böschungen, die mit Oberboden angedeckt und normal angesät worden waren, eingewanderte Arten mit durchschnittlich 31 % flächendeckend sind, auf angespritzten Flächen nur mit 16 %. Dagegen dürfte ein unmittelbarer Einfluß der Kontaktvegetation nur bei angrenzenden Gebüschstreifen und bei Ödland bestehen, während Böschungsneigung und Höhenlage bei diesen Untersuchungen keine Beziehungen ergaben. Wohl aber kann festgestellt werden, daß mit der Zunahme des Deckungsanteils an nicht angesäten Arten auch deren Artenzahl steigt.

4. Schlußfolgerungen

Die durchgeführten Untersuchungen führen zu folgenden Schlußfolgerungen:

1. Da unter den Bedingungen von Extremstandorten selbst hervorragend aufgelaufene Ansaatzsaaten gefährdet erscheinen und ihre Funktion des Bodenschutzes infolge extremer Reduzierung der Flächenbedeckung und des weitgehenden Ausscheidens der Ansaatarten in Frage gestellt sein kann, sollte dort stets eine Bodenandeckung erwogen werden. Andernfalls sind Aufbau und Erhaltung eines ausreichend dichten Begrünungsbestandes durch Regenerationsdüngungen zu sichern.

Extremstandorte in diesem Sinne sind insbesondere Steilböschungen in Südexposition aus kaum verwittertem Ausgangsmaterial sowie aus undurchlässigen Böden oder bei nur geringer Bodenandeckung.

2. Da sich *Festuca rubra* auf etwas günstigeren und *Festuca ovina* unter ungünstigeren Bedingungen im Mittel als wichtigste Ansaatarten erwiesen haben, kommt beiden Gräsern die größte Bedeutung im Falle einer einheitlichen Ansaatmischung zu. Sie sollten darin durch *Poa pratensis* und *Agrostis tenuis* ergänzt werden. Unter den extremen Bedingungen der Südexposition und/oder der Ansaatzbegrünung wenig verwitterten Grundgesteins in sommertrockenen Lagen erscheinen aber Zuschläge an feinkörnigen Leguminosen wie *Lotus corniculatus*, an Kräutern wie *Achillea millefolium*, *Sanguisorba minor* und *Pimpinella saxifraga* sowie an angepaßten Gräsern wie *Brachypodium pinnatum* sinnvoll.

Zusammenfassung

1. Es wird über Untersuchungen an 3 bis 9 Jahre alten Begrünungsbeständen der Autobahnstrecke Gießen – Siegen berichtet. Die Standorte liegen 180 bis 500 m ü. NN in entgegengesetzten Expositionen bei 30 bis 40 % Böschungsneigung auf Fels bis Lehm.
2. Die Bodenbedeckung ist bei Nord- und Ostexposition höher, bei Süd- und Westexposition geringer. Unterschiede bestehen ferner in Beziehung zu Höhenlage, Bodenart, Ansaatzverfahren und Alter der Ansaaten. Auf Extremstandorten sind Ansaatarten kaum noch vorhanden.
3. Von den angesäten Gräsern nimmt *Festuca rubra* bei Nord- und Ostexposition, *Festuca ovina* bei Süd- und Westexposition den größten Bestandteil ein. Auch *Poa pratensis* kommt auf Nord- und Ostexpositionen sowie auf besser wasserhaltenden Böden stärker vor. *Agrostis tenuis* erreichte größere Anteile besonders in Höhenlagen.
4. Eingewanderte Pflanzenarten bereichern die Böschungsvegetation in zwischen nennenswert. Ihre Zahl ist auf den Süd- und Westböschungen sowie bei Bodenandeckung höher.

Summary

1. This is an analysis of the turf cover along the main highway (Autobahn) between Giessen and Siegen. The plots concerned – on rocky to loamy soil – have an altitude of 180 to 500 m above sea level, are exposed in opposite directions and located on slopes with a gradient between 30 and 40 per cent.
2. The plots exposed to the North or East are more densely covered than those exposed to the South or West. There are, moreover, differences, due to altitude, soil type, sowing method and age of the seed used. Hardly any of the seed sown is left on the plots where very extreme conditions prevail.
3. On the plots which are exposed to the North and East *Festuca rubra* represents the highest proportion of all the grasses sown, whereas *Festuca ovina* prevails on the plots exposed to the South and West. There is also a greater proportion of *Poa pratensis* on plots which are exposed to the North and East and on soils with a greater water infiltration capacity. *Agrostis tenuis* is more frequently found in higher altitudes.
4. The vegetation of the slopes has in the meantime been considerably diversified by immigrant plants. They are more frequent in number on the Southern and Western slopes and where the top soil was thicker.

Pflanzenbestände von Skipisten in Beziehung zu Einsaat und Kontaktvegetation

L. Köck, Rinn-Innsbruck

Die Verwendung geeigneter Pflanzenarten und Sorten bei Einsaaten soll für einen bestmöglichen Erfolg bürgen. Trifft diese Forderung für den landwirtschaftlichen Bereich schon seit langem zu, so gilt sie nicht minder für Einsaaten bei den verschiedenen Begrünungsmaßnahmen. Für Mischungen landwirtschaftlicher Nutzung gelten teils andere Grundsätze, sowohl hinsichtlich der Zusammenstellung als auch der Nutzung. Diese kann kurzfristig als Wechselgrünland oder langfristig als Dauergrünland erfolgen.

Bei Begrünungsmaßnahmen im speziellen hingegen ist die Erreichung eines Dauerzustandes der Vegetation eine wesentliche Forderung, wobei bei Skipisten, gegenüber Rasen und Böschungsanlagen, der landwirtschaftliche Nutzungsaspekt miteinzubeziehen ist. Zum Großteil unterliegen diese verhältnismäßig großen Flächen der Weidenutzung. Den Erhalten von Skipisten wird daher von amtswegen die Auflage erteilt, für entsprechende Düngungs- und Pflegemaßnahmen zu sorgen.

Von größter Wichtigkeit ist eine wohlüberlegte Auswahl der Pflanzenarten, um in den von Natur höher gelegenen und daher extremen Standorten die Erhaltung der Erstgesellschaft auf einen langen Zeitraum zu sichern. Die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft soll zumindest theoretisch einem Dauerzustand gleichen.

Wir haben nun auf einigen Skipisten Tirols Erhebungen durchgeführt, um den Verlauf der Vegetationsentwicklung zu verfolgen. Dabei sei vermerkt, daß die Zahl der Aufnahmen nur stichprobenartig und nicht auf all zu breiter Basis erfolgen konnte. Solche Erhebungen sind sehr zeitraubend und schwierig. Bei den sehr stark wechselnden Bodenver-

hältnissen auf kleinsten Raum ist es schwierig, die entsprechenden repräsentativen Flächen richtig zu erfassen. Wie aber die weiteren Ausführungen zeigen, lassen sich aus diesen wenigen Erhebungen doch einige interessante Erkenntnisse gewinnen.

Die Pflanzenbestandsaufnahmen wurden nach folgenden Gesichtspunkten durchgeführt:

Urgestein				Kalkgestein			
Tieflagen		Hochlagen		Tieflagen		Hochlagen	
1300 —	1600 —	1100 —	1600 —	1600 m	1600 m	1900 m	1900 m
1600 m	2000 m						

Zu diesen Angaben sei vermerkt, daß die Bezeichnung Tief- und Hochlage relativ zu deuten ist und nur auf den Bereich des Skipistenareals Bezug nimmt.

In Tabelle 1 sind die für die Einsaaten verwendeten Mischungen in ihrer Artenzusammensetzung angeführt. Der Anteil an Arten ist sehr unterschiedlich und schwankt zwischen 9 bis 27. Dies ist dadurch zu erklären, daß die Zusammenstellung der Mischungsrezepte durch verschiedene Stellen erfolgte. Die artenreichen Mischungen erhalten teilweise zusätzlich schnellwüchsigeren Arten von Gräsern, Klee und Kräutern, die für eine gute Anfangsentwicklung der Grasnarbe und teils auch für eine bodenstabilisierende Wirkung von Bedeutung sein können. Diese Wirkung kann ein reiner Gräserbestand in bestimmten extremen Lagen sicher nicht immer ganz erfüllen. Die Hauptgräser und Kleearten sind jedoch in allen Mischungen anteilmäßig gut vertreten. Die Artenanteile in den Mischungen bedeuten Gewichtsprozent auf 100 bezo-

Tabelle 1:

Für die Einsaat verwendete Mischungen

Nr. der Aufnahme	Urgestein									Kalkgestein				
	5	6	3	4	9	7	2	8	1	11	12	13	14	15
Arten:														
<i>Festuca rubra</i>	22	24	20	20	23	12	24	12	8	6	10	6	21	20
<i>Agrostis</i> sp.	4	9	4	2	5	1	9	.	7	4,5	5	4,5	6	5
<i>Phleum pratense</i>	10	14	15	5	20	3	14	2	2	2,5	20	2,5	16	15
<i>Dactylis glomerata</i>	5	.	5	5	.	5	.	11	4	4	6	4	9	5
<i>Festuca pratensis</i>	25	37	27	.	.	10	37	5	1	2	.	2	18	16
<i>Lolium perenne</i>	.	.	.	15	.	2	.	10	8	.	20	.	.	.
<i>Lolium multiflorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	14	1	.	.	.	.	.
<i>Poa pratensis</i>	7	7	7	25	11	7	7	.	10	7	.	7	10	10
<i>Trisetum flavescens</i>	.	2	.	0,5	.	1	2	.	3	3	.	3	3	2
<i>Arrhenaterum elatius</i>	8	.	8	.	.	5	.	.	1	3	.	3	.	.
<i>Alopecurus pratensis</i>	.	.	.	.	7	.	.	.	1	1	.	1	3	5
<i>Cynosurus cristatus</i>	.	.	.	.	5	.	.	.	3	3	.	1	.	.
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.
<i>Poa annua</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	6	3	.	3	.	.
<i>Poa nemoralis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	.	.
<i>Poa trivialis</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	1	2,5	.	2,5	.	.
<i>Deschampsia</i> sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2,5	.	2,5	.	.
<i>Festuca ovina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	.	.
<i>Bromus inermis</i>	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Avena sativa</i>	.	.	.	.	.	6	.	.	.	6	.	6	.	.
<i>Luzula silvatica</i>	.	.	.	1	.	1	.	.	.	2	.	2	.	.
<i>Trifolium repens</i>	5	3	5	4	4	14	3	6	4	7	5	7	5	3
<i>Trifolium hybridum</i>	2	2	3	4	3	2	2	2	8	6	15	6	3	2
<i>Lotus corniculatus</i>	6	2	3	5	.	4	2	.	7	6	5	6	3	4
<i>Trifolium pratensis</i>	3	.	3	2	.	3	.	2	3	4	10	4	.	.
<i>Medicago lupulina</i>	3	.	.	2	.	2	.	3	3	3	4	3	.	.
<i>Anthyllis vulneraria</i>	.	.	.	.	6	5	.	.	2	9	.	9	3	4
<i>Vicia</i> sp.	.	.	.	6	15	8	.	26	.	7	.	7	.	.
<i>Medicago sativa</i>	.	.	.	.	.	2	.	7	6	.	.	.	.	3
<i>Onobrychis sativa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	7	4	.	4	.	5
<i>Trifolium incarnatum</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Achillea millefolium</i>	.	.	.	0,5	0,5	1	.	.	2	1,5	.	1,5	.	1
<i>Plantago lanceolata</i>	.	.	.	.	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.

gen. Die Schätzung der Vegetationsarten erfolgte ertragsmäßig.

Tabelle 2 gibt einen Einblick in die vorhandene Kontaktvegetation an den einzelnen Standorten. Im Urgestein haben wir eine sehr artenarme Vegetation, wobei *Festuca rubra*, *Deschampsia flexuosa*, *Nardus stricta* und *Vaccineten* dominieren. Wesentlich artenreicher ist die Vegetation auf Kalkgestein. Anteilsmäßig sind hier ebenfalls die Gräser *Festuca rubra* und *Agrostis tenuis* sowie *Carex sp.* und besonders die Kräuter stärker bestandsbildend.

Die Tabellen 3 und 4 geben die Entwicklung der Einsaaten in unterschiedlicher Höhenlage auf Urgestein und Kalkgestein wider.

Auf Urgestein sind die Arten *Festuca rubra*, *Agrostis tenuis* und *Phleum pratense* am stärksten bestandsbildend. Unab-

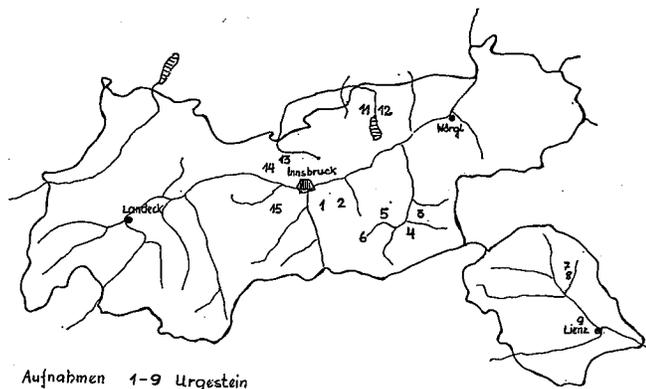


Tabelle 2:

Vegetationstabelle – Kontaktvegetation (natürliche Vegetation)

Nr. der Aufnahme	Urgestein									Kalkgestein				
	5	6	3	4	9	7	2	8	1	11	12	13	14	15
Vegetations-Arten														
<i>Festuca rubra</i>	.	.	.	17	20	30	.	25	5	1	.	20	3	28
<i>Agrostis tenuis</i>	5	.	3	2	3	1	.	20	3	28
<i>Phleum pratense</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	1	.	.
<i>Festuca pratensis</i>
<i>Lolium perenne</i>	+	.
<i>Poa pratensis</i>	2	.	5	.	.
<i>Anthoxantum odoratum</i>	2	5	.	7	.	5	3	.	.	.
<i>Poa alpina</i>	2	5	.	.	3	+	.	3	.	2
<i>Phleum alpinum</i>	1	.	2
<i>Deschampsia caespitosa</i>	2	1	.	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia flexuosa</i>	24	4	8	4	2	.	22	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nardus stricta</i>	6	2	.	15	18	.	.	.	67	.	.	.	.	.
<i>Molinia coerulea</i>	1	3	.	.	.
<i>Briza media</i>	1	.	.	2	2
<i>Sesleria coerulea</i>	13	14	.	.	+
<i>Luzula sp.</i>	5	5	.	5	.	.	.	.	.	.
<i>Carex sp.</i>	.	1	.	.	4	13	4	.	.	28	29	3	10	1
<i>Trifolium repens</i>	4	1	2	1	2	.	.	3	1	4
<i>Trifolium hybridum</i>
<i>Lotus corniculatus</i>	4	+	.	2	.	5	.	1	.	4
<i>Trifolium pratense</i>	9	1	1	2	.	4	.	4	4	12
<i>Achillea millefolium</i>	+	4	.	5
<i>Alchemilla vulgaris</i>	17	.	.	.	.	.	10	4	4
<i>Potentilla erecta</i>	4	.	.	.	4	.	2	.	1	5	4	1	1	1
<i>Ranunculus montanus</i>	15	.	.	.	.	3	2	3	2
<i>Chrysanthemum leuc.</i>	1	1	1
<i>Taraxacum officinale</i>	+	.	.	+	1	1
<i>Plantago lanceolata</i>	5	.	1	.	.	4	.
<i>Leontodon hispidus</i>	4	2	.	.	.	.	.	3	3	.	.	4	.	3
<i>Thymus serpyllum</i>	6	2	.	1	+
<i>Plantago media</i>	1	.	.	1	.
<i>Plantago major</i>	1	.
<i>Campanula scheuchzeri</i>	1	.	1	.	1
<i>Polygala vulgaris</i>	2	1	.	.	.
<i>Veronica chamaedrys</i>	1
<i>Bellis perennis</i>	+	+	.	1
<i>Pimpinella major</i>	3	.	.	1	.
<i>Polygala chamaeb.</i>	2	.	.	1	+
<i>Carum carvi</i>	2	.	.
<i>Prunella grandiflora</i>	3	+	1
<i>Tussilago farfara</i>	+	1	.
<i>Viola canina</i>	5	.	1	.
<i>Athyrium filix femina</i>	8	.
<i>Alchemilla alpina</i>	4	.	.	.	.
<i>Picea abies</i>	.	.	1	.	.	.	6	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vaccinium sp.</i>	50	37	88	42	10	.	50	20	10	3	3	.	14	.
<i>Erica carnea</i>	19	.	10	.
<i>Calluna vulgaris</i>	.	19	.	10	4	.	.	19	.	.	.	.	.	.
<i>Rhododendron ferrug.</i>	.	30	.	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Vereinzelt vorkommende Arten:

Urgestein
Veronica officinalis, *Rumex acetosella*, *Hieracium pilosella*, *Polygonum viviparum*, *Potentilla aurea*, *Ajuga pyramidalis*, *Myosotis silvestris*, *Geum montanum*, *Solidago virgaurea*.

Kalkgestein
Brachypodium silv., *Galium mollugo*, *Galium pumilum*, *Fragaria vesca*, *Polygonum viviparum*, *Homogyne alpina*, *Euphrasia rostkoviana*, *Calamagrostis sp.*

Tabelle 3:

Vegetationstabelle – Urgestein

Nr. der Aufnahme	Tief lagen									Entwicklung der Einsaaten in								
	5	6	3	4	9	7	2	8	1	5	6	3	4	9	7	2	8	1
Alter d. Einsaat in Jahren	4	4	5	5	5	6	7	9	12	4	4	5	5	5	6	7	9	12
Höhe ü. Meer (1000 m +)	580	610	300	520	500	650	410	550	338	850	1000	700	960	750	1000	660	960	910
Exposition	NE	E	E	SW	NE	NE'	E	NE	W	E	W	NW	SE	NE	NE	NE	E	NW
Neigung %	20	15	15	30	15	40	20	30	13	20	10	20	20	20	25	18	40	3
pH	6,1	5,1	4,6	4,5	4,3	4,1	4,9	3,7	4,7									
CaCO ₃ %	0,1	0,2	4	0,1	0,1	7	0,0	0,1	0,3									
P mg	1	2	1	5	1	1	2	2	2									
K mg	4	4	2	7	8	1	11	8	4									
Vegetations-Arten																		
<i>Festuca rubra</i>	11	15	7	35	23	39	33	45	6	10	16	20	38	20	36	70	47	19
<i>Agrostis tenuis</i>	4	7	9	5	32	5	8	10	50	4	15	7	2	30	12	2	16	11
<i>Phleum pratense</i>	14	18	9	19	15	11	8	5	20	26	18	11	16	10	19	3	17	10
<i>Dactylis glomerata</i>	4	4	1	2	6	4	1	4	.	10	4	11	6	4	8	+	5	5
<i>Festuca pratensis</i>	12	10	19	3	.	20	4	6	.	6	8	18	1	.	2	+	.	5
<i>Lolium perenne</i>	9	5	.	3	2	8	.	5	8	4	6	.	2	1	10	.	5	3
<i>Poa pratensis</i>	6	6	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trisetum flavescens</i>	.	5	8	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Arrhenaterum elatius</i>	.	.	14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alopecurus pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	15	.	.	.	1
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa alpina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	19	.	5	4	1	.	7
<i>Poa annua</i>	.	.	.	.	.	.	13	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Poa supina</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	5
<i>Deschampsia caespitosa</i>	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	4	2	.	.	.	+	.	.
<i>Deschampsia flexuosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Nardus stricta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Luzula sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	+
<i>Carex sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	4	.	.	.
<i>Trifolium repens</i>	6	5	2	6	17	4	29	3	12	11	8	+	3	9	1	16	+	15
<i>Trifolium hybridum</i>	26	17	21	14	2	5	1	.	1	19	16	+	18	1	+	2	1	8
<i>Lotus corniculatus</i>	1	3	2	1	.	.	.	9	.	+	.	+	2	.	.	2	.	.
<i>Trifolium pratense</i>	1	2	2	.	1	.	.	3	.	4	.	.	1	.	.	.	.	2
<i>Medicago lupulina</i>	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Achillea millefolium</i>	1	2	.	9	.	.	+	.	.	3	.	.	9	+	.	.	2	3
<i>Alchemilla vulgaris</i>	1	.	.	.	.	.	+	.	.	2	.	3	.	.	+	.	+	.
<i>Potentilla erecta</i>	.	.	.	.	.	.	1	1	+	.	.	2	.	+	.	.	1	1
<i>Ranunculus montanus</i>	1	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	2	.	2	1
<i>Taraxacum officinale</i>	1	.	.	.	.	1	1	2	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.
<i>Leontodon hispidus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Galium pumilum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Picea abies</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vaccinium sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Vereinzel vorkommende Arten.

Phleum nodosum, *Cynosurus cristatus*, *Trifolium badium*, *Plantago major*, *Veronica officinalis*, *Rumex acetosella*, *Prunella grandiflora*, *Adenostyles glabra*, *Rhinantus minor*, *Polygonum viviparum*, *Potentilla aurea*, *Myosotis silvestris*, *Carum carvi*.

hängig vom Standort, der Höhenlage und dem Alter der Einsaaten ist das anteilmäßige Vorkommen dieser Arten etwas unterschiedlich. Im Bezug auf die Höhenlage sind im Schnitt keine all zu großen Unterschiede zu erkennen. Bei älteren Einsaaten tritt nur *Festuca rubra* stärker auf, während sich bei *Agrostis* und *Phleum* keine eindeutigen Unterschiede erkennen lassen. Bereits etwas eindeutiger liegen die Verhältnisse bei *Dactylis glomerata* und *Festuca pratensis*. Bei beiden Arten zeigt sich eine Abnahme, wobei sich *Dactylis glomerata* in höheren Lagen gut hält, *Festuca pratensis* hingegen nur in niederen Lagen. Recht gut behauptet sich überraschender Weise auch *Lolium perenne*. *Poa pratensis* und *Trisetum flavescens* kommt unseren Erhebungen zufolge überhaupt keine Bedeutung zu. Von den Kleearten behaupten sich nur *Trifolium repens*, während *Trifolium hybridum* in beiden Lagen und mit zunehmendem Alter der Einsaaten stark abnimmt. Die Einwanderung der natürlichen Vegetation geht auf Urgestein sehr langsam vor sich. In höheren Lagen etwas schneller, wobei besonders *Poa alpina* verstärkt auftritt.

Die Entwicklung der Vegetation auf Kalkstein zeigt ein ganz anderes Bild. Eine etwas eindeutiger Aussage läßt sich über das Verhalten der Arten in Hochlagen machen. Die Gräserarten der Erstgesellschaft bzw. der Einsaaten behaupten sich etwa bis zu 10 Jahren. Ab diesem Zeitpunkt verschwinden sie fast völlig. Nur *Festuca rubra* und *Agrostis tenuis* kom-

men noch geringfügig vor. Von den Kleearten nimmt der Anteil von *Lotus corniculatus* zu. Die Einwanderung der natürlichen Vegetation geht in allen Lagen schneller und verstärkter vor sich.

Es ist auffällig, daß bei den Einsaaten einzelne Arten gegenüber der natürlichen Vegetation stärker auftreten. Dies trifft besonders bei *Poa alpina* etwas geringer bei *Phleum alpinum* zu. Notwendige Eingriffe in die Natur, wie z. B. Holzschlägerungen, mögen bestimmte ökologische Kleinzonen schaffen, die gewisse pflanzensoziologische Veränderungen zur Folge haben.

Weiterhin ergibt sich immer wieder die Frage, ob für Einsaaten in hohen und extremen Lagen die zur Verfügung stehenden Zuchtsorten geeignet sind. Für die Erreichung der Erstgesellschaft auf bestimmte Zeit gilt dies sicher, für die Erhaltung des Dauerzustandes nicht generell.

So ist z.B. in der natürlichen Vegetation auf Kalkgestein (Tab. 2) bei den Nr. 14 und 15 ein sehr hoher Anteil von *Festuca rubra* und *Agrostis tenuis* vorhanden. Es ist bekannt, daß es sich hier um autochtones, das heißt um landbürtiges Material handelt, das nachgewiesener Maßen durch Mutation oder natürliche Kreuzung im Ursprungsgebiet entstanden ist und im Dauerzustand erhalten bleibt. Bei den Einsaaten der gleichen Nummern ist der Anteil dieser Arten im Bestand

Tabelle 4:

Vegetationstabelle – Kalkgestein

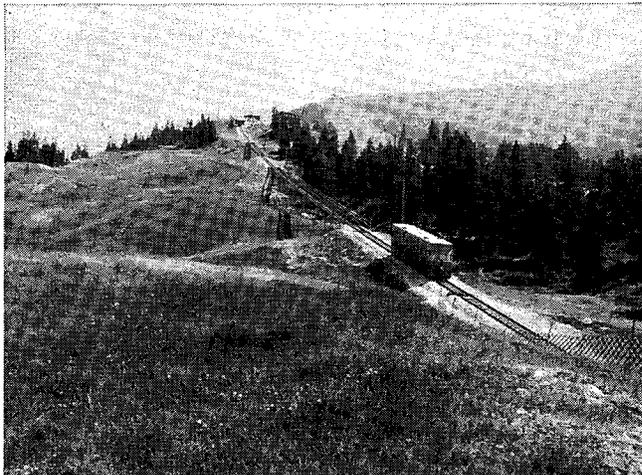
	Entwicklung der Einsaaten in									
	Tiefanlagen					Hochanlagen				
Nr. der Aufnahme	11	12	13	14	15	11	12	13	14	15
Alter d. Einsaat in Jahren	5	9	9	12	12	5	9	9	12	12
Höhe ü. Meer (1000 m +)	250	180	500	400	600	650	650	755	700	900
Exposition	E	NW	W	NW	SW	E	NW	W	NE	W
Neigung %	20	35	25	30	50	25	35	20	30	35
pH	7,2	7,4	6,9	6,9	7,0					
CaCO ₃ %	59	87	43	40	37					
P mg	4	10	3	6	4					
K mg	4	10	8	12	5					
Vegetations-Arten										
Festuca rubra	1	38	58	4	2	10	12	25	6	5
Agrostis tenuis	1	2	1	2	4	10	8	12	2	2
Phleum pratense	6	5	.	.	2	17	12	3	.	.
Dactylis glomerata	.	6	1	6	2	5	3	1	2	.
Festuca pratensis	1	12	1	.	4	16	6	.	.	.
Lolium perenne	14	.	.	.	.	4	4	.	.	.
Poa pratensis	.	.	.	.	18	11	.	.	.	.
Trisetum flavescens	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.
Arrhenatherum elatius	.	17	.	.	.	.	.	.	.	.
Poa alpina	.	.	10	3	7	.	10	10	2	28
Poa annua	.	.	1	.	14	.	.	.	.	.
Phleum alpinum	.	.	18	.	.	.	.	16	.	.
Anthoxantum odoratum	.	.	.	8	.	.	.	.	13	.
Briza media	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Sesleria coerulea	.	.	.	.	.	.	7	.	.	10
Trifolium repens	5	1	1	3	10	17	7	4	3	1
Trifolium hybridum	43	.	1	.	.	3	10	2	.	.
Lotus corniculatus	10	.	1	5	1	1	6	1	18	8
Trifolium pratense	1	.	.	6	14	.	1	.	8	1
Medicago lupulina	15	2	.	2	.	1	9	.	.	.
Anthyllis vulneraria	.	.	.	9	.	.	.	.	3	3
Achillea millefolium	.	3	.	2	.	2	4	1	2	.
Alchemilla vulgaris	.	.	1	9	1	.	.	10	3	4
Potentilla erecta	.	.	1	2	1	.	.	.	.	1
Ranunculus montanus	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Chrysanthemum leuc.	.	.	1	3	1	.	.	1	2	.
Taraxacum officinale	.	1	1	1	1	.	.	1	1	.
Plantago lanceolata	2	1	1	2	.	.	.	1	.	.
Leontodon hispidus	.	2	.	.	1	.	.	1	.	3
Ranunculus acer	.	2	.	6	3	.	.	1	3	.
Thymus serpyllum	.	.	.	.	1	.	.	.	2	1
Plantago media	.	.	.	.	1	.	.	.	5	.
Plantago major	.	.	.	3	1	.	.	.	2	.
Campanula scheuchzeri	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Polygala vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
Veronica chamaedrys	.	2	.	6	3	.	.	1	3	.
Bellis perennis	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1
Pimpinella major	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Polygala chamaeb.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
Carum carvi	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.
Prunella grandiflora	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Biscutella laevigata	.	.	.	2	.	.	.	.	.	2
Tussilago farfara	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Salix sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7

Vereinzelt vorkommende Arten:

Viola biflora, Gentiana verna, Galium mollugo, Potentilla aurea, Homogyne alpina, Galium pumilum, Veronica serpyllifolia, Myosotis silvestris, Ajuga pyramidalis, Phyteuma orbiculare, Veronica fruticans, Hieracium silvaticum, Crepis aurea.



Olympische Damenabfahrt – Axamer Lizum



Skiabfahrt Roßkopf Seefeld mit Standseilbahn



Filzenabfahrt in Mayrhofen: links natürliche Vegetation, rechts Einsaat

kaum noch ins Gewicht fallend. Es fehlt also diesen eingesäten Zuchtsorten dieser autochtone Charakter. Wie schon eingangs erwähnt, ist die Zahl der Erhebungen zu gering, um Fragen dieser Art, wie auch den Einfluß der Exposition usw., exakter deuten zu können. Um einen Einblick über die Nährstoffversorgung der Böden zu erhalten, wurden von jeder Aufnahme Bodenproben entnommen. Aus den Zahlen ist zu ersehen, daß die Versorgung mit den Hauptnährstoffen bei Urgestein sehr schlecht, auf Kalkgestein etwas besser ist. Daß der Düngung auf Skipisten allgemein zu wenig Beachtung geschenkt wird, ist leider bekannt. Eine entsprechende Düngung würde sicher eine bessere Vegetationsentwicklung zur Folge haben und die Verbesserung der Narbendichte fördern, wie dies unsere neuen Versuchsergebnisse eindeutig zeigen.

Literatur:

- SKIRDE, W., 1969: Rasen als Mittel des Landschaftsbaues. Neue Landschaft. II. 51–54.
 SKIRDE, W., 1971: Entwicklung von Begrünungsansätzen auf extremen Standorten. Rasen - Turf - Gazon 2. 35–40.
 SCHIECHTL, H. M., 1958: Grundlagen der Grünverbauung. Mittl. d. Forstl. Bund. Vers. Anst. Wien, H. 55, S. 273.
 SCHIECHTL, H. M., 1972: Die Begrünung von Skiabfahrten. Garten und Landschaft, München, Werksblatt 1, S. 3.
 STINY, J., 1935/36: Die Geschwindigkeit des Rasenswanderns im Hochgebirge. Geologie und Bauwesen, H. 4.
 ZURN, F., 1951: Steigerung der Weideerträge durch Verbesserung der Pflanzenbestände. Der Pflug 4. H. 3.
 Ich möchte nicht versäumen, Dr. Schiechl und den einzelnen Firmen für die Bekanntgabe der Mischungsrezepturen, meinen Mitarbeitern für die Mithilfe bei den Vegetationsaufnahmen, Dr. Tschörner für die Untersuchungen der Bodenproben und den Liftgesellschaften für die Gratisbeförderung herzlich zu danken.

Zusammenfassung

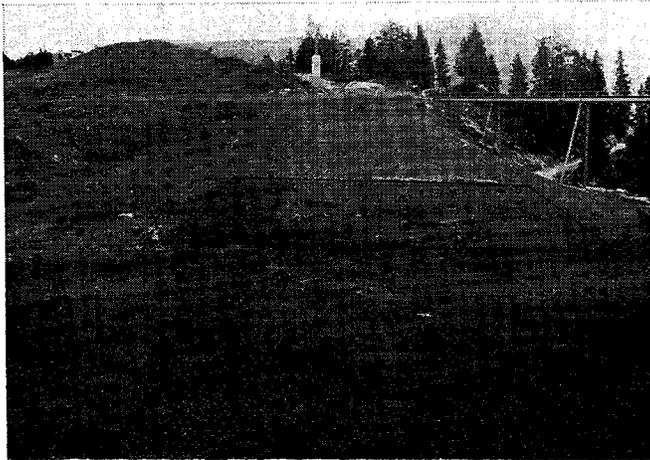
Es wurde die Veränderung der Einsäten von Begrünungen auf Skipisten in Hoch- und Tieflagen mit unterschiedlichem Einsaatalter auf Urgestein und Kalkgestein untersucht. Von den Gräserarten dominieren auf Urgestein *Festuca rubra*, *Agrostis tenuis* und *Phleum pratense* auf beiden untersuchten Höhenlagen anteilmäßig durchgehend konstant. Ebenfalls gut hält sich *Dactylis glomerata*, während *Festuca pratensis* nur in niederen Lagen, und zwar in den ersten Jahren, stärker auftritt. *Poa pratensis* und *Trisetum flavescens* behaupten sich nicht. Auf Kalkgestein sind in höheren Lagen die in den Einsäten enthaltenen Arten fast völlig verdrängt worden. Nur *Festuca rubra*, *Agrostis tenuis* und etwas *Dactylis glomerata* treten noch in geringem Anteil auf. Von den Kleearten behaupten sich auf Urgestein *Trifolium repens* durchgehend, *Trifolium hybridum* nur in den ersten Jahren nach der Einsaat. Auf Kalkgestein ist es in höheren Lagen *Lotus corniculatus*, in niederen Lagen *Trifolium repens* und *Trifolium pratense*. Die Einwanderung der Kontaktvegetation geht auf Kalkgestein sowohl in Bezug auf die Zahl der Arten wie auch in ihrer Dominanz rascher vor sich als auf Urgestein.

Summary

The modification of sowings was investigated on greenings of skiing slopes on higher and lower locations. The greenings differed in age and subsoil, namely limestone and primary grounds. On primary grounds *Festuca rubra*, *Agrostis tenuis* and *Phleum pratense* were the dominating grass species with a constant percentage. *Dactylis glomerata* seems to be persistent as well, whereas *Festuca pratensis* only appears considerably on lower sites within the first years. *Poa pratensis* and *Trisetum flavescens* are not durable. On higher locations the species which were sown have nearly vanished on limestone with the exception of *Festuca rubra*, *Agrostis tenuis* and a little of *Dactylis glomerata*, which persist in an unimportant percentage. *Trifolium repens* is lasting whereas *Trifolium hybridum* seems to be only durable within the primary years after the sowing. On limestone *Lotus corniculatus* showed good results on higher sites, on lower sites *Trifolium repens* and *Trifolium pratense* were dominating. The immigration of contact vegetation occurs quicker on limestone than on primary ground, as well with regard to the number of species as to their dominance.



Skigebiet Achenkirch-Christlum



Düngungsversuch zur Verbesserung der Grasnarbe auf der Roßkopf-Skiabfahrt

Fertigrasen

Golf- und Zierrasen
Sport- und
Böschungsrassen
aus den besten
Zuchtgräsern



Niedersächsische Rasenkulturen
Strodthoff & Behrens

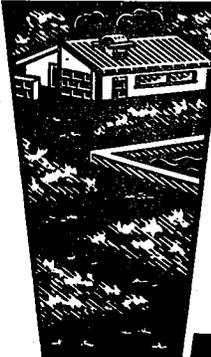
2831 Groß Ippener · Annen Nr. 2
Telefon (0 42 24) 2 68




**Gesunde Böden
gesunde Pflanzen
herrliche
Blütenpracht
wohlschmeckendes
Obst und Gemüse
durch**

MANNA-SPEZIAL

der umweltfreundliche Blumen- und Gartendünger mit Doppelwirkung. Düngung u. Humusversorgung zugleich.




**Ein
saftig grüner,
trittfester
Rasenteppich**

durch

MANNADUR

**Rasen-Volldünger
mit Langzeitwirkung
und Unkraut-Stopp!**




**Mist
aus deutschen
Landen**

getrocknet im Sack
reiner Naturdünger

MANNAHUM

**natürlich düngen
- gesund leben -**

Mitteilungen

**Aus der Arbeit der Deutschen Rasengesellschaft e. V.
Bonn, Kölner Straße 142-148, Tel: 0 22 21 / 37 68 78**

Komponenten für den Sportplatzrasen

Der Bauherr verlangt ein fehlerfreies und mängelfreies Bauwerk. Dabei ist der Gartenarchitekt als Treuhänder des Bauherrn und Transformator des Bauwillens für das rechtlich und fachlich richtige sowie den Regeln der Baukunst und Bau-technik entsprechende Bauwerk verantwortlich. Der Unternehmer zeichnet richtig für die einwandfreie Ausführung des Bauwerkes, entsprechend den genehmigten Bauvorlagen. Mit dieser Kurzdarstellung über die Aufgabenteilung bei der Herstellung eines Bauwerkes hat Prof. Schmitt, Gartenarchitekt (BDLA) Köln, den Rahmen für das 24. Rasenseminar der Deutschen Rasengesellschaft vom 1. - 4. 9. 75, gesteckt.

Er gab den Zündfunken für die Diskussion über das „Wie“ der fachlich und technisch einwandfreien Ausführung einer Sportanlage, d. h. über Auswahl und Zusammensetzung der Rasenmischungen, bodenphysikalischen Merkmale der Tragschicht sowie deren Mischungsgrad. Das Gespräch wurde fortgesetzt mit den Problemen der Jahrespflege in Abhängigkeit vom Spielbetrieb. Dr. Opitz von Boberfeld zeigte dafür relevante Problemlösungen auf.

Ein ernstes Spiel mit Komponenten und Verhältniszahlen. Wie kritisch die Zueinanderordnung und die unabdingbare Abhängigkeit der Komponenten zueinander betrachtet werden müssen, zeigten die Ausführungen von Prof. Dr. Boeker zur Arten- und Sortenwahl der Rasengräser in Abhängigkeit von den DIN-Normen.

Gleiches bewiesen die Ergebnisse von bodenphysikalischen Untersuchungen auf zahlreichen Sportplätzen durchgeführt und in Grünberg kommentiert von Dr. Franken, Bonn. Sein Fazit: für die Unternehmer dürfte es sehr schwierig sein, die



Rasen-Floranid®

Hier wird höchste Qualität geboten

Rasen-Floranid garantiert
unübertroffene Langzeitwirkung und
volle Ausnutzung des Langzeit-
Stickstoffs Isodur® auch bei schwierigen
Bodenverhältnissen

BASF

® = Registriertes Warenzeichen

LB 0775



in der DIN 18 035 Bl. 4 geforderten Verhältniszahlen, wie Wasserdurchlässigkeit und Wasserkapazität, zu erreichen. Nicht zu vergessen die Kostensituation, als übergeordnete Komponente der Bauausführung. Mit dem von Herrn Brunner, Amtmann beim Grünflächenamt in München, vorgelegten Kostenabrechnung von 1974 in Abhängigkeit vom Spielbetrieb sowie Größen der Sportanlagen, waren alle Verantwortlichen angesprochen, Bauherr, Gartenarchitekt und Unternehmer.

Hermann Weber

Einsatz verschiedener Düngemittel auf Gebrauchsrasen

Zusatz zum Bericht über den II. Rasendüngungsversuch der Deutschen Rasengesellschaft im Heft 1/1975

Aus gegebener Veranlassung sei nochmals daraufhin gewiesen, daß es unzulässig ist, aus den in Heft 1/1975 abgedruckten Ergebnissen abzuleiten, daß eines der im Versuch geprüften Düngemittel sich von anderen durch besonders hohe Leistungen auszeichnet. Leider wurde derartige in einer inzwischen auf unsere Veranlassung abgebrochenen Werbeaktion behauptet.

Die in den Tabellen gebildete Rangordnung resultiert bei einer Reihe geprüfter Produkte aus hundertstel Werten, wobei jedoch auf ganze Zahlen hin bonitiert wurde. In dem Beitrag wurde auch darauf verwiesen, daß die meisten festzustellenden Differenzen zwischen den ermittelten Leistungen nicht statistisch abgesichert sind. Darüberhinaus wurden die Produkte an den verschiedenen Versuchsarten und auch in einzelnen Jahren unterschiedlich beurteilt, was, wie in dem Beitrag aufgeführt wurde, eine Verallgemeinerung der Resultate unabhängig von Standort und Jahr nicht gestattet.

Prof. Dr. P. Boeker

Dr. W. Opitz von Boberfeld

programmiert langfristig Aspekt, Farbe, Strapazierfähigkeit für höchste Ansprüche.

Rasen-Floranid enthält mehr als 50% seines Stickstoffs in der **idealen Langzeit-Form Isodur®**. Hohe Langzeitwirkung, volle Nährstoffverfügbarkeit und stickstoffbetontes Nährstoffverhältnis machen Rasen-Floranid zum Spezialdünger für repräsentative Rasenflächen.

Die dosierte Stickstoffanlieferung über viele Wochen fördert Wurzelwachstum, Bestockung und Breitenwuchs der Gräser, vermeidet Stoßwachstum

und reduziert die Filzbildung.

Gleichzeitig wird der Bedarf des Rasens an Phosphat, Kali und Magnesium sowie Eisen und weiteren Spurennährstoffen angemessen befriedigt.

Rasen-Floranid ist sehr pflanzenverträglich und erlaubt hohe, arbeitssparende Vorratsgaben ohne Verbrennungen:

Beispiel: Mannheim Bundesgartenschau

Problem:

An die Qualität der Zierrasenflächen werden während und nach der Bundesgartenschau höchste Ansprüche gestellt. Der Boden der Sonnenwiese im Herzogenriedpark weist ca. 70% Feinanteile und einen zu hohen pH-Wert auf. Schlechte Struktur, Staunässe, Armut an Bodenluft und mangelhafter Gasaustausch sind auf diesem extrem schlechten Rasenstandort zu erwarten. Der Bodenaustausch ist zu teuer. Deshalb wird eine erhebliche Standortverbesserung mit einer wirtschaftlich vertretbaren Bodenverbesserung durchgeführt.

Auch nach der Verbesserung sind auf derartigen Standorten an die Qualität und Wirkung der Pflegedünger höchste Anforderungen zu stellen. Nur dann kann die Optimierung von Aspekt, Farbe und Strapazierfähigkeit durch das Aktivieren von Wurzelwachstum, Bestockung und Breitenwuchs garantiert werden.

Problemlösung:

Bodenverbesserung mit Hygromull® und Agrosil® S. Nährstoffergänzung mit Phosphat aus Agrosil S,

Kali aus Kalisulfat und Stickstoff aus Langzeitdünger Floranid® Düngung in der Herstellungspflege 1974 und in 1975 mit dem Langzeitdünger Rasen-Floranid 20 + 5 + 8 + 2 + Fe + Spurennährstoffe; Gesamtgaben von 16 bzw. 20 g N/m².

Arbeitsablauf:

1. Bodenverbesserung mit 30 l/m² Hygromull, 200 g/m² Agrosil S, 50 g/m² Kalisulfat und 36 g/m² Floranid
2. Einfräsen bis auf ca. 20 cm Tiefe
3. Herstellung des Feinplanums
4. Raseneinsaat
5. Düngung 1974 mit 80 g/m² Rasen-Floranid in 2 Gaben
6. Düngung 1975 mit 100 g/m² Rasen-Floranid in 2 Gaben

Wirkung und Erfolg:

Bereits kurz nach der Einsaat führte die Aktivierung von Wurzelwachstum und Bestockung zu einer dichten, sattgrünen Rasendecke. Aspekt und Farbe entsprachen schnell den hohen Anforderungen der Buga-Rasenqualität. Die Rasendecke präsentiert sich Besuchern und kritischen Fachleuten in einem hervorragenden Aspekt.

Wegbereiter für besseres Rasensaatgut

Inbegriff für höchste Qualität



Rasensmischungen Einzelgräser Fertigrasen
 Aktuelle Fachberatung in allen Rasenfragen, Sport- und
 Freizeitzentren auf der Grundlage von DIN 18035/18917.
 Mit ENKAMAT® zu witterungsunabhängigen, immer
 bespielbaren Rasensportplätzen.

JULIWO

6900 Heidelberg 1 – Postfach 1880 – Telefon 2 77 75 / 2 83 07

**JULIUS
 WAGNER
 HEIDELBERG**



*hervorragende Komponenten
 für Spiel- und Sportrasen*

Delft* *Wiesenrispe*

*unkrautfreies Saatgut
 startfreudig
 schöne, dunkelgrüne Farbe,
 auch im Spätherbst
 rasche Frühjahrsentwicklung
 keinen Rostbefall
 gute Narbebildung
 sehr trittfest*

**DIE WIESENRIPE MIT
 DER GRÖSSTEN VERBREITUNG!**

Perma*

*Dt. Weidelgras
 späte, feinblättrige Sorte
 schnelle Entwicklung
 schöne Farbe
 gute Narbebildung
 sehr trittfest
 keinen Rostbefall*

* geschützte Sorte

Züchter:

CEBECO-HANDELSRAAD
 Postfach 182 Rotterdam Holland

12841

optimax® **Zuchtsorten-Rasen**

aus den weltbesten Rasen-
 gräsern neuester Züchtung!
optimale Schnitt- und Pflege-
 armut, Unkrautverdrängung
maximale Schönheit, dauer-
 hafte Narbe. Prospekte von

optimax Saatenvertriebs GmbH
 7410 Reutlingen Postfach 233

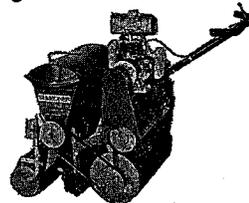
RASEN

Internationale Zeitschrift für Forschung und Praxis

Die nächste Ausgabe erscheint als Dezem-
 berheft 1975, Anzeigenschluß für dieses
 Heft ist am 25. 11. 1975.

RASENBAUMASCHINEN
 Die rentablen Maschinen
 für jeden Landschafts-
 gärtner

Vorwalzen
 Säen
 Einigeln
 Nachwalzen



Rasenbaumaschinen
 Rasenlüfter
 Sämaschinen
 für den Gartenbau

SEMBDNER
 8034 Germering/München
 Telefon 089/84 23 77

SEMBDNER

SEIT
 MEHR ALS 60 JAHREN

Zur Bestimmung der Wasserbindung und Wasserdurchlässigkeit in Rasentragschichten

H.-J. Liesecke u. U. Schmidt, Hannover

1. Problemstellung

Beim Aufbau von Rasensportflächen bilden das Einstellen einer optimalen Wasserdurchlässigkeit bei gleichzeitiger Berücksichtigung einer ausreichenden Wasserspeicherfähigkeit in Hinblick auf die kurzfristige Wiederbespielbarkeit nach Niederschlägen, die hohe Belastung gerade im Winterhalbjahr und die ausreichende Versorgung der Rasendecke mit pflanzenverfügbarem Wasser die beiden wichtigsten Anforderungen (SKIRDE 1973a, SKIRDE 1973b). Wie aus weiteren Untersuchungen hervorgeht, sind die einzelnen Schichten des Aufbaus in ihrer Funktion nicht isoliert, sondern als zusammenhängendes und voneinander abhängiges System zu prüfen und zu beurteilen (SKIRDE 1974). Während sich einerseits aus dem Widerspruch der Anforderungen an die Wasserdurchlässigkeit und an die Wasserspeicherfähigkeit, sowohl bei der Zusammensetzung der einzelnen Schichten als auch des gesamten Aufbausystems, in Abhängigkeit von der Art der verwendeten Baustoffe, der Nutzung und Pflege der Flächen immer wieder neu zu lösende Probleme ergeben, gilt das Bemühen andererseits der problembezogenen und auch praxisgerechten Erfassung dieser Eigenschaften – den Kenngrößen, Prüfmethode und Richtwerten.

Ausgehend von den bisher vorliegenden Erfahrungen in der praktischen Anwendung und Aussagefähigkeit der normgebundenen Prüfverfahren sind die Ergebnisse der vorliegenden, exemplarisch an bewachsenen Rasentragschichtgemischen durchgeführten Untersuchungen (PAAR/SCHMIDT 1974) als Beitrag zur funktionsgerechten Weiterentwicklung der Prüfverfahren zu sehen. Sie erstreckten sich auf die Bestimmung der Bindungsintensität des Bodenwassers und der Porengrößenverteilung in Hinblick auf die Beweglichkeit und Pflanzenverfügbarkeit des Bodenwassers, sowie auf eine vergleichende und auf Vereinheitlichung der Verfahren abzielende Anwendung der normgebundenen Methoden zur Ermittlung der Kenngrößen für die Wasserdurchlässigkeit im unbewachsenen und bewachsenen Zustand. Durch die Versuchsanordnung bedingt, konnte der Einfluß von Zuschlagstoffen auf die vorgenannten Eigenschaften in die Untersuchung mit einbezogen werden.

2. Versuchsdurchführung

2.1. Methoden

Unter Berücksichtigung des Einflusses von Korngrößenverteilung und organischer Substanz auf die Wasserdurchlässigkeit und auf die Wasserspeicherfähigkeit werden zur Bestimmung der einzelnen Eigenschaften folgende Methoden eingesetzt:

Bestimmung der Korngrößenverteilung durch die kombinierte Naß-Trockensiebung nach SIEDECK/VOSS (1971) nach Vorbehandlung mit 30%igem H_2O_2 zur Zerstörung der organischen Substanz und mit 0,2 n - $NH_4P_2O_7$ zur weiteren Aufteilung und Peptisierung des Bodens nach LÜTTMER/JUNG (HARTGE 1971).

Bestimmung der organischen Substanz durch Glühverlust nach SIEDECK/VOSS (1971).

Bestimmung des Porenvolumens nach der direkten Methode durch Addition des gravimetrisch durch Trocknung bei 105° C bestimmten Wasservolumens und des im Luftdruckpygrometer ermittelten Luftvolumens nach V. NITZSCH (1936) an 200 cm³ Stechzylindern.

Bestimmung der pF-Kurve nach der Überdruckmethode mit porösen Platten bei Drucken von 0,06 at und 0,3 at und mit dem Druckmembranapparat bei einem Druck von 15 at nach RICHARDS (HARTGE 1965, 1971). Ermittlung der Porengrößenbereiche aus der pF-Kurve (HARTGE 1971). Bestimmung des Durchflußwertes von Rasentragschichten im benutzten Zustand und des modifizierten Wasserschluckwertes von Rasentragschichten im unbewachsenen Zustand nach DIN 18 035, Blatt 4.

2.2. Versuchsanordnung

In die Untersuchung konnten drei Versuchsanlagen zum Aufbau von Rasensportplätzen einbezogen werden, die mit anderer Zielsetzung in den Jahren 1970 bis 1972 auf dem Versuchsfeld des Fachgebietes Rasenforschung des Fachbereichs Umweltsicherung der Universität Gießen angelegt worden sind. Herrn Dr. W. SKIRDE sei an dieser Stelle für seine Unterstützung des Vorhabens gedankt. Die Entnahme der Proben erfolgte im Sommer 1974 auf 14 Versuchspartellen von je 6 m² Größe, die unterschiedliche Tragschichtgemische und Tragschichtstärken aufwiesen. Eine Belastung mit der Stollenwalze hatte nicht stattgefunden. Für die Auswertung wurden die 14 Tragschichtgemische in folgende 3

Gemischreihen aufgliedert (Tab. 1):

Gemischreihe A: 6 cm Tragschichtstärke

Steigerung des Lavaanteils

Gemischreihe B: 6 cm Tragschichtstärke

Wechsel der Zuschlagstoffe

Gemischreihe C: 10 cm Tragschichtstärke

Um die Proben für die Bestimmung des Durchflußwertes und des modifizierten Wasserschluckwertes in wirtschaftlicher Form für größere Laborserien gleichzeitig entnehmen zu können, wurden anstelle der in DIN 18035, Blatt 4 vorgegebenen Stahlzylinder von 150 mm ϕ Abschnitte von Abflußrohren aus Kunststoff des entsprechenden Innendurchmessers eingesetzt. Die Zylinder erhielten eine innen angesetzte Schneide, um Randstörungen bei der Entnahme auszugleichen. Ausgehend von einem geringeren Transportgewicht, der leichteren Entnahme und Erhaltung in ungestörter Lagerung, den geringeren Zerstörungen an der Entnahmestelle selbst und einer Vereinheitlichung der Entnahmegerte wurden diese Bestimmungen auch mit Kunststoffzylindern von 100 mm ϕ durchgeführt. Je Parzelle wurden jeweils zwei Parallelproben entnommen, deren Höhe durch die vorliegende Tragschichtstärke begrenzt war. Vor der Durchführung der Labormessungen wurden die Zylinderproben entgegen der Normvorgabe nicht mit zwei Schlägen des Proctorhammers verdichtet, da davon ausgegangen wurde, daß lockernde Randstörungen durch die dickwandigere Innenschneide der Kunststoffzylinder ausgeglichen werden.

2.3. Zusammensetzung der Tragschichtgemische

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, sind die Tragschichtgemische nach Volumenteilen mit gleichbleibenden bzw. abnehmenden Anteilen an gerüstbildendem Sand und wechselnden oder zunehmenden Anteilen an bodenverbessernden Zuschlagstoffen zusammengesetzt. Die Körnungskurven in den Darstellungen 1 und 2 verdeutlichen, daß die Gemische der Reihen A und B mit Ausnahme des als Mischungskomponente verwendeten Oberbodens und abgesehen von den Korngrößen < 0,02 mm in dem von der Norm vorgegebenen Grenzbereich liegen. Das gleiche gilt

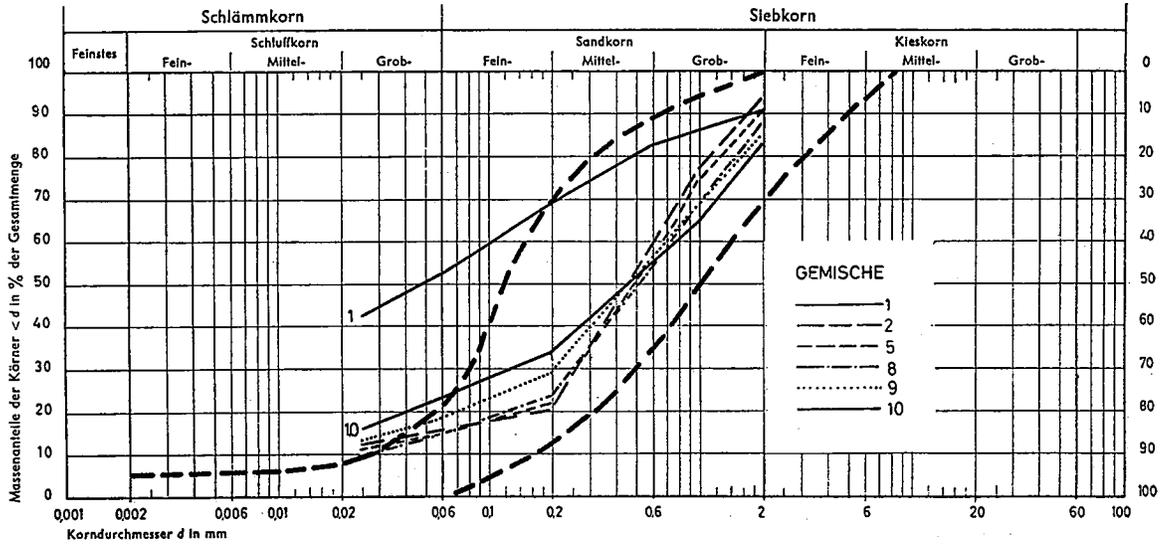
Tabelle 1

Zusammensetzung der Tragschichten in Volumenanteilen der verwendeten Baustoffe

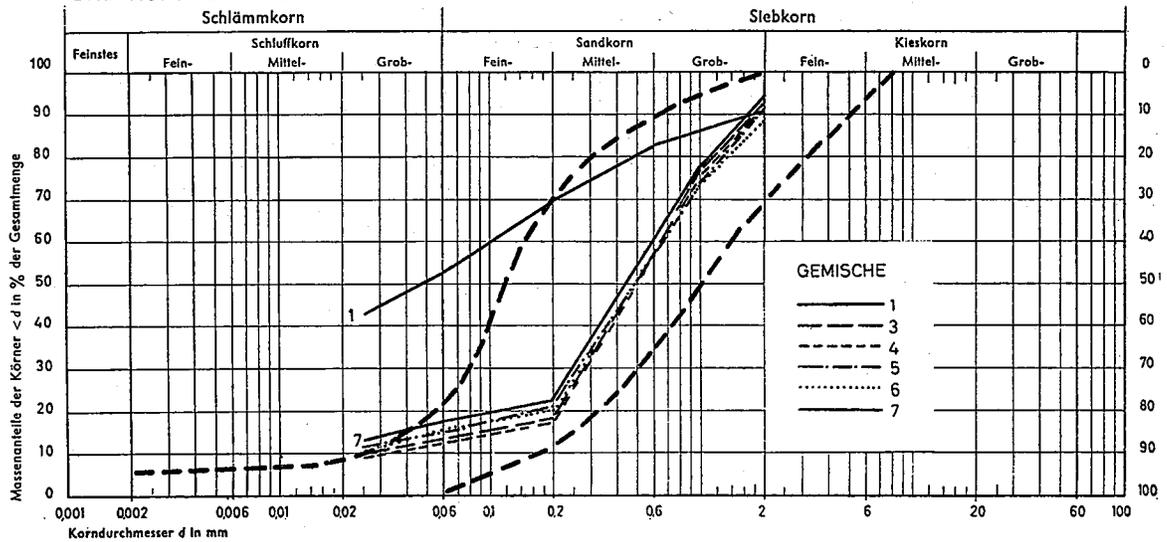
Gemische der Gemischreihen A und B mit 6 cm Tragschichtstärke

Gemisch	Boden	Sand	Torf	Hygromull	Lava	Bims	Perlit	Florahum
1	7	—	—	—	—	—	—	—
2	1	4	2	—	—	—	—	—
3	1	4	—	2	—	—	—	—
4	1	4	1	1	—	—	—	—
5	1	3	2	—	1	—	—	—
6	1	3	2	—	—	1	—	—
7	1	3	2	—	—	—	1	—
8	1	2	2	—	2	—	—	—
9	1	1	2	—	3	—	—	—
10	1	—	2	—	4	—	—	—
Gemischreihe C mit 10 cm Tragschichtstärke								
11	—	7	2	2	—	—	—	—
12	2	5	1	2	—	—	—	—
13	2	4	1	2	—	—	1	3
14	1	4	—	—	—	—	—	—

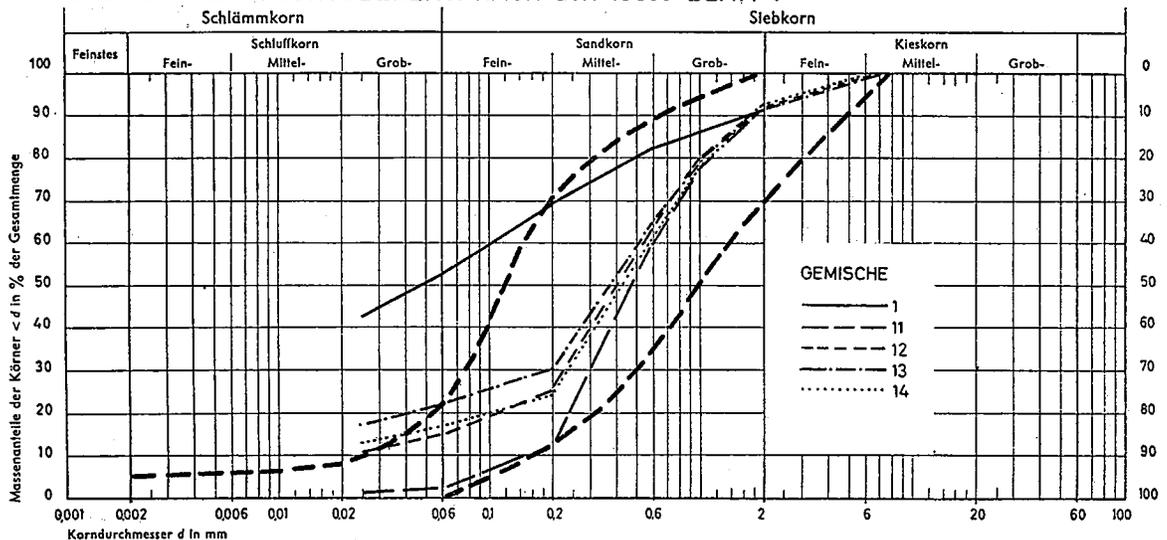
DARSTELLUNG 1
 KÖRNUKURVEN DER GEMISCHREIHE A - ERHÖHUNG DES LAVAANTEILES -
 UND KORNVERTILUNGSBEREICH NACH DIN 18035 BLATT 4



DARSTELLUNG 2
 KÖRNUKURVEN DER GEMISCHREIHE B - WECHSEL DER ZUSCHLAGSTOFFE -
 UND KORNVERTILUNGSBEREICH NACH DIN 18035 BLATT 4



DARSTELLUNG 3
 KÖRNUKURVEN DER GEMISCHREIHE C - 10cm TRAGSCHICHTSTÄRKE -
 UND KORNVERTILUNGSBEREICH NACH DIN 18035 BLATT 4



Gehalt der Tragschichtgemische an organischer Substanz

Gemischreihen A und B mit 6 cm Tragschichtstärke

Gemisch	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Org. Substanz in Gew.%	3,7	5,4	5,1	5,2	5,2	5,3	6,0	3,1	3,4	4,6

Gemisch	11	12	13	14
Org. Substanz in Gew.%	1,9	3,2	2,8	4,3

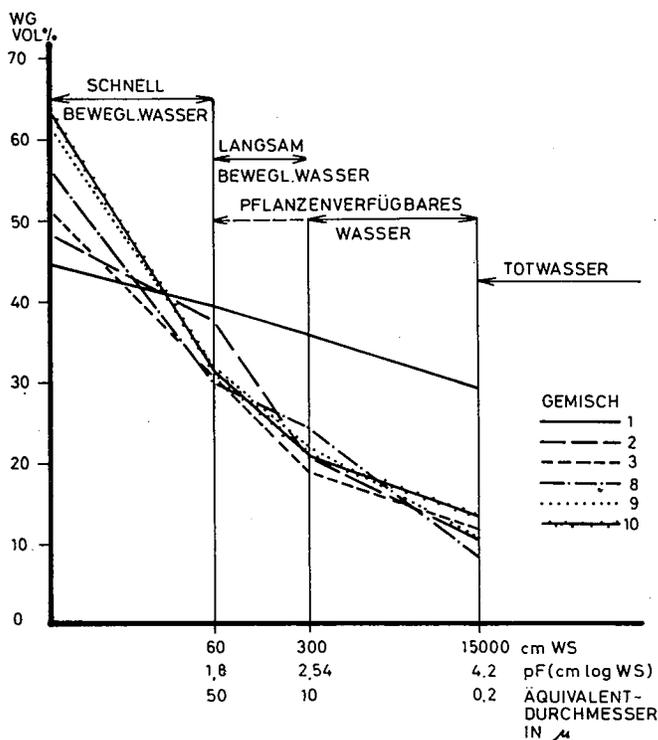
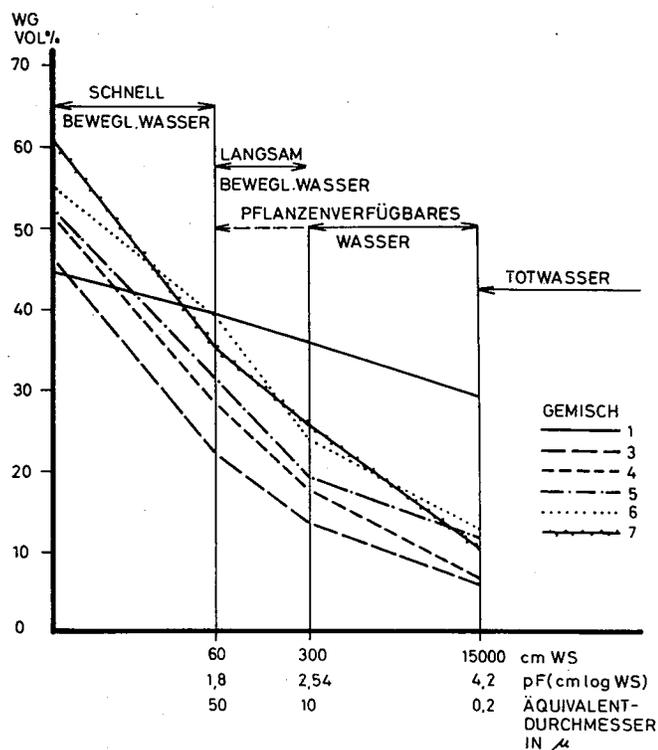
für die Gemische der Reihe C mit 10 cm Tragschichtstärke, wie die Körnungskurven in Darstellung 3 zeigen. Der mit 8 Gew.% vorgegebene Grenzwert für den Gehalt an abschlämmbaren Teilen $d < 0,02$ mm wird mit Ausnahme von Gemisch 11, das keinen Oberboden enthält, von allen anderen Gemischen um bis zu 4 Gew.% überschritten. Der hieraus zu erwartende Einfluß auf die Wasserdurchlässigkeit und auf die Wasserspeicherfähigkeit kann bei der vorliegenden, methodisch vergleichenden Fragestellung ebenso unberücksichtigt bleiben, wie der Gehalt an organischer Substanz (Tab. 2), der aufgrund der intensiven Durchwurzelung und Neubildung von organischer Substanz den für unbewachsene Tragschichten vorgegebenen Grenzwert von 4 Gew.% in einigen Gemischen übersteigt.

3. Bindungsintensität des Bodenwassers und Porengrößenverteilung**3.1. pF-Kurven**

Zur Darstellung der Bindungsintensität des Bodenwassers bedient man sich allgemein der sogenannten Wasserspannungskurve. Sie gibt den jeweiligen Wassergehalt des Bodens in Vol.% an, der mit jeder dort möglichen Saugspannung im Gleichgewicht steht (HARTGE 1971). Da die Saugspannung nicht nur in at oder cm Wassersäule, sondern auch als pF-Wert, dem Logarithmus der Saugspannung in cm Wassersäule, angegeben wird, bezeichnet man die Wasserspannungskurve meist als pF-Kurve (SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL 1970). Die in den Darstellungen 4 und 5 hervorgehobenen pF-Werte kennzeichnen mit pF 1,8 und 2,54 für die Feldkapazität und pF 4,2 für den permanenten Welkepunkt die charakteristischen Kennwerte des Wasserhaushaltes im Boden. Bei allen pF-Kurven der Gemischreihen A und B in den Darstellungen 4 und 5 zeigt sich die mit abnehmendem Wassergehalt zunehmende Bindungsintensität des Bodenwassers im Abfall der Kurven. Eine starke Wasserabgabe ist durch einen steilen Abfall der

Kurve und eine geringe Wasserabgabe dementsprechend durch einen flachen Verlauf der Kurve gekennzeichnet.

Die Gemischreihe A mit zunehmendem Lavaanteil (Darstellung 4) weist, abgesehen von dem in den Gemischen verwendeten Oberboden, eine starke Abnahme des Wassergehaltes bis pF 1,8 auf, der um so stärker ist, je höher der Lavaanteil liegt. Die Erhöhung des Lavaanteiles hat damit eine wesentliche Vergrößerung des Anteiles an nur schwach gebundenem, schnell beweglichem Bodenwasser bewirkt, was weniger auf das Vorhandensein durchgehender Innenporen als vielmehr auf die porös blasige Struktur der Körner und eine sperrige Lagerung im Gemisch zurückgeführt wird. Mit zunehmender Bindungsintensität wird weniger Wasser abgegeben, wie der flacher werdende Verlauf der Kurven verdeutlicht. Als Folge der insgesamt sehr hohen Wasserabgabe liegt der Wassergehalt bei pF 4,2 nur noch im Bereich von 12 Vol.%. Im Gegensatz zu den Gemischen verläuft die Wasserabgabe bei dem Oberboden mit rd. 15 Vol.% bis pF 4,2 sehr zögernd. Beim permanenten Welkepunkt weist dieser Boden mit rd. 29 Vol.% noch einen sehr hohen Wassergehalt auf. Dieser andersartige Verlauf der pF-Kurve ist vor allem körnungs- aber auch strukturbedingt. Durch den mehr als 50 Gew.% betragenden Anteil an feinkörnigen und dicht lagernden Bestandteilen im Bereich der Schluff- und Tonfraktion besitzt dieser Boden eine überwiegend feinporige Struktur, in der es nur in geringem Maße zur Ausbildung größerer Sekundärporen gekommen ist. Dagegen führte die Zusammensetzung der Tragschichtgemische aus grobkörnigeren Gerüstbaustoffen und größer strukturierten Zuschlagstoffen auch zur Ausbildung eines überwiegend gröberen Porensystems, aus dem das Wasser schon beim Vorliegen geringer Saugspannungen in grö-

DARSTELLUNG 4**pF-KURVEN BEI ERHÖHUNG DES LAVAANTEILES IN DEN TRAGSCHICHTEN DER GEMISCHREIHE A****DARSTELLUNG 5****pF-KURVEN BEI WECHSEL DER ZUSCHLAGSTOFFE IN DEN TRAGSCHICHTEN DER GEMISCHREIHE B**

Beren Mengen abgegeben wird. Die steigende Zugabe von Lava hat sich deutlich bis pF 1,8 ausgewirkt, während die im Bereich bis pF 4,2 vorliegende Bündelung der Kurven weniger gesicherte Unterschiede erkennen läßt. Eine Abweichung liegt bei Gemisch 2 vor, wo die Zusammensetzung aus dem feinkörnigen Sand und das Fehlen von Lava auch zur Ausbildung eines weniger groben Porensystems geführt hat, das in der Lage ist, zwischen pF 1,8 bis 4,2, also bei höherer Bindungsintensität, eine größere Wassermenge zu halten, während die bis pF 1,8 gebundene Wassermenge relativ gering ist.

Die Gemischreihe B mit wechselnden Zuschlagstoffen (Darstellung 5) ist dagegen bei annähernd gleichgerichtetem Kurvenverlauf durch eine ausgeprägte Parallelverschiebung der einzelnen Kurven gekennzeichnet. Daraus ergibt sich, daß bei gleicher Saugspannung annähernd in der Reihe Hygromull, Lava, Bims und Perlit eine zunehmend größere Wassermenge im Boden gehalten wird, also das Gemisch zunehmend feuchter wird, aber in den einzelnen Druckstufen jeweils annähernd gleichbleibende Wassermengen gebunden werden.

Abweichungen liegen insofern bei Gemisch 6 mit Bims und bei Gemisch 7 mit Perlit als Zuschlagstoff vor, als hier, wie bei dem voranstehend angesprochenen Sand in Gemisch 2, ein weniger grobes Porensystem entstanden ist. Während aber durch die Bimszugabe eine größere Wassermenge zwischen pF 1,8 und 2,5 gehalten wird, verschiebt sie sich durch die Perlitzugabe in den Bereich höherer Bindungsintensität zwischen pF 2,5 und 4,2. Im Gegensatz zu dem sandreichen Gemisch 2 ist diese Fähigkeit, Wasser höherer Bindungsintensität festzuhalten, aber nicht körnungsbedingt, sondern auf die poröse innere Kornstruktur von Bims und Perlit zurückzuführen.

Bei den Gemischen 3 und 4 mit Hygromullzugabe werden zwischen pF 1,8 und 4,2 relativ geringe Wassermengen gebunden. Der Grund hierfür kann einerseits darin liegen, daß Hygromull als weniger druckstabiler Zuschlagstoff durch die Druckbelastung des Bodens und der Pflegemaschinen in seiner unmittelbaren Wirkungsweise als wasserspeichernder Zuschlagstoff eingeschränkt wird (RASP 1972). Andererseits kann nicht ausgeschlossen werden, daß den Gemischen feinere Flocken beigegeben wurden, die einem schnelleren Abbau unterlagen und indirekt durch die Intensität der Durchwurzelung die Ausbildung eines gröberen Sekundärporensystems bewirkt haben, wofür die feststellbare Erhöhung der bis pF 1,8 gebundenen Wassermenge in beiden Gemischen spricht.

3.2. Porengrößenverteilung

Das Gesamtporenvolumen des Bodens, als die Summe aller mit Luft und Wasser gefüllten Hohlräume, setzt sich aus einer Vielzahl von Poren unterschiedlicher Größe zusammen, die den Wasser- und Lufthaushalt des Bodens entscheidend beeinflussen. Die Einteilung der Poren nach ihrem Äquivalentdurchmesser in verschiedene Porengrößenbereiche (s. Tab. 3) wird in der Regel in Anlehnung an die charakteristischen Kennwerte des Wasserhaushaltes des Bodens vorgenommen (SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL 1970). Die Ermittlung der Porengrößen erfolgt aufgrund der zwischen den Äquivalentdurchmesser und der kapillaren Aufstieghöhe bzw. Wasserspannung bestehenden Beziehungen, wonach einer bestimmten Wasserspannung ein bestimmter Äquivalentdurchmesser entspricht (HARTGE 1971). Die Porendurchmesser von 50 µ und 10 µ entsprechen den für die Feldkapazität angenommenen Werten von pF 1,8 und 2,5 und der Porendurchmesser von 0,2 µ entspricht dem Wert für den permanenten Welkepunkt von pF 4,2 (s. 3.1.).

Die Grobporen (> 10 µ) dienen nach dem Abzug des Sickerwassers der Durchlüftung des Bodens, die Mittelporen (10 –

0,2 µ) binden das Wasser gegen den Einfluß der Schwerkraft in pflanzenverfügbarer Form, während in den Feinporen (< 0,2 µ) das Wasser so fest gebunden ist, daß es den Pflanzen nicht mehr zur Verfügung steht und daher auch als „Totwasser“ bezeichnet wird. In Hinblick auf die Beweglichkeit des Bodenwassers in den Grobporen wird zwischen weiten Grobporen (> 50 µ) und engen Grobporen (50 – 10 µ) unterschieden. Während das Wasser in den weiten Grobporen schnell beweglich ist, erfolgt die Bewegung des Wassers in den engen Grobporen langsamer, so daß es kurzzeitig auch pflanzenverfügbar bleibt.

Die Porengrößenverteilung für die Gemischreihen A und B sind in Form von Blockdiagrammen in den Darstellungen 6 und 7 wiedergegeben. Für beide Reihen ist kennzeichnend, daß es in der jeweils vorgegebenen Reihenfolge der Gemische zu einer ständigen Erhöhung des Gesamtporenvolumens (Darstellung 8 und 9) gekommen ist. Zwischen dem ersten und letzten Gemisch der beiden Reihen umfaßt die Erhöhung jeweils rd. 15 Vol.%. Aus der Vergrößerung des Porenvolumens allein ist aber nicht ersichtlich, ob die Veränderungen zugunsten der die Wasserdurchlässigkeit fördernden Poren oder der die Wasserspeicherfähigkeit erhöhenden Poren erfolgt sind. Weitergehende Aussagen ermöglicht zwar die Kenntnis der Mischungskomponenten und der Kornverteilungskurven, zahlenmäßig erfaßbar aber werden diese Eigenschaften erst durch die Ermittlung der Porengrößenverteilung. Die Porengrößenverteilungen für die Gemischreihe A mit steigendem Lavaanteil (Darstellung 6) weisen analog zu den pF-Kurven eine ständige Erhöhung des Anteiles an Grobporen auf, die im Bereich der weiten Grobporen (Darstellung 8) besonders ausgeprägt ist. Deutlicher als durch die Bündelung der pF-Kurven ist aber hier erkennbar, daß mit der Erhöhung des Lavaanteiles auch ein Rückgang des für die Wasserver-

DARSTELLUNG 6

GESAMTPORENVOLUMEN UND PORENGRÖSSENVERTEILUNG BEI ERHÖHUNG DES LAVAANTEILES IN GEMISCHREIHE A

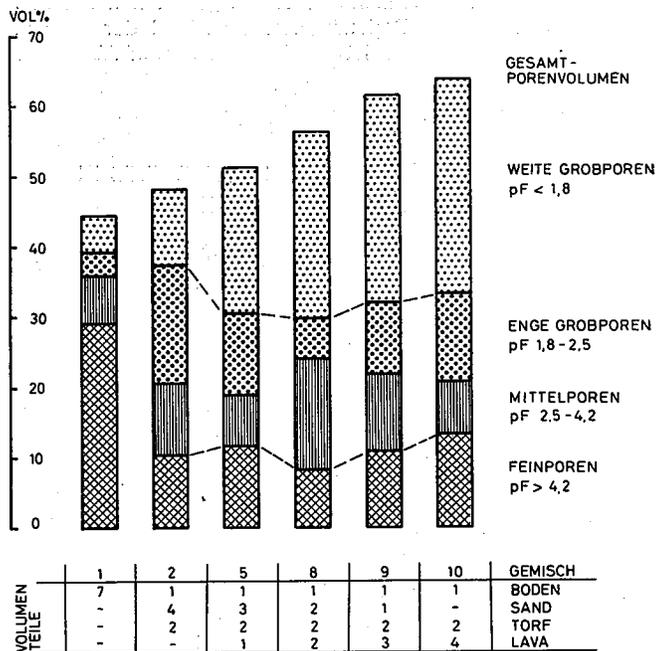


Tabelle 3

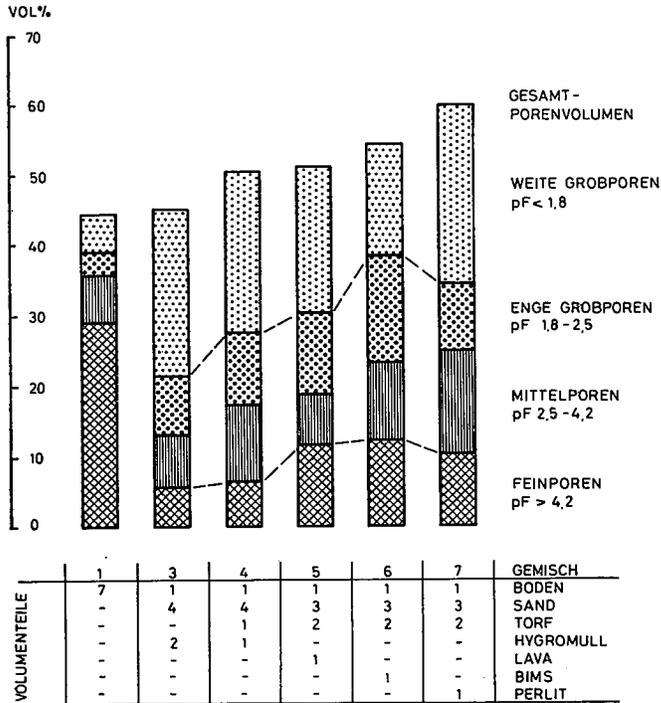
Einteilung der Porengrößenbereiche (nach SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL 1970) und Abgrenzung des Bodenwassers nach der Pflanzenverfügbarkeit

Porengrößenbereiche	Poren-Durchmesser (µ)	Wasserspannung		Abgrenzung des Bodenwassers	
		Wassersäule in cm	pF-Wert *)		
Weite Grobporen (schnell dränende Poren)	> 50	0 – 60	0 – 1,8	schnell bewegliches Bodenwasser	Sickerwasser
Enge Grobporen (langsam dränende Poren)	50 – 10	60 – 300	1,8 – 2,5	langsam bewegliches Bodenwasser, kurzzeitig pflanzenverfügbar	
Mittelporen	10 – 0,2	300 – 15 000	2,5 – 4,2	pflanzenverfügbares Bodenwasser	Haftwasser
Feinporen	< 0,2	> 15 000	> 4,2	nicht pflanzenverfügbares Bodenwasser	

*) Logarithmus der cm-Wassersäule

DARSTELLUNG 7

GESAMTPORENVOLUMEN UND PORENGRÖSSENVERTEILUNG BEI WECHSEL DER ZUSCHLAGSTOFFE IN GEMISCHREIHE B



sorgung der Pflanzen wichtigen Anteil der Mittelporen (Darstellung 6) verbunden ist. Dieses Ergebnis steht nur in scheinbarem Widerspruch zu dem von SKIRDE (1973b) ermittelten späteren Welkeeintritt des Rasens bei Verwendung von Lava, was einen hohen Anteil an Mittelporen erwarten ließ. Die innere Struktur der Lavakörner ist weniger durch durchgehende Poren als vielmehr durch offene Blasen gekennzeichnet (s. 3.1.), so daß die kantige Kornoberfläche mit zahlreichen größeren, abflußlosen Vertiefungen durchsetzt ist, in denen sich Wasser staut bzw. leichter haftet und pflanzenverfügbar bleibt.

Aus den Porengrößenverteilungen für die Gemischreihe B (Darstellung 7) wird deutlich, daß die ständige Erhöhung des

DARSTELLUNG 8

ERHÖHUNG DES GESAMTPORENVOLUMENS UND DES ANTEILES DER WEITEN GROBPOREN (pF<1,8) DURCH LAVASAND IN RASENTRAGSCHICHTEN DER GEMISCHREIHE A

GEMISCH	VOLUMENTEILE				GESAMTPORENVOLUMEN VOL.%	WEITE GROBPOREN VOL.%
	LAVA	SAND	TORF	BODEN		
2	-	4	2	1	48,2	10,8
5	1	3	2	1	51,2	20,7
8	2	2	2	1	56,3	26,4
9	3	1	2	1	61,3	29,3
10	4	-	2	1	63,6	30,4

DARSTELLUNG 9

ERHÖHUNG DES GESAMTPORENVOLUMENS UND DES ANTEILS AN PFLANZENVERFÜGBAREM (pF 2,5-4,2) UND LANGSAM BEWEGLICHEM WASSER (pF 1,8-2,5) DURCH UNTERSCHIEDLICHE ZUSCHLAGSTOFFE IN RASENTRAGSCHICHTEN DER GEMISCHREIHE B

GEMISCH	VOLUMENTEILE			GESAMTPORENVOLUMEN VOL.%	MITTELPOREN + ENGE GROBPOREN VOL.%	
	TORF	SAND	BODEN			
3.	2T HYGROM.	-	4	1	45,0	15,7
4	1T HYGROM.	1	4	1	50,4	21,2
5	1T LAVA	2	3	4	51,2	19,8
6	1T BIMS	2	3	1	54,2	26,2
7	1T PERLIT	2	3	1	59,8	24,2

Gesamtporenvolumens im Wechsel entweder auf die Vergrößerung des Anteil der Mittelporen oder der engen Grobporen (Darstellung 9) zurückzuführen ist. Insgesamt ergibt sich damit in dieser Gemischreihe eine jeweils größere Menge an kurz- und/oder langfristig pflanzenverfügbarem Wasser bei annähernd gleichbleibendem Anteil an beweglichem Bodenwasser. Die im Zusammenhang mit der Interpretation der pF-Kurven angesprochenen Abweichungen bei den Gemischen 6 und 7 im Bereich der weiten Grobporen finden in der Porengrößenverteilung ebenso ihre Entsprechung wie die Wirkungsweise von Hygromull in den Gemischen 3 und 4, wobei hier allerdings eine stabilisierende Wirkung von Torf im Bereich der Mittelporen und der engen Grobporen erkennbar wird. Wie bereits zuvor beim Porenvolumen angesprochen, kann es auch bei der Porengrößenverteilung zu Fehlinterpretationen kommen, wenn nämlich ein einzelner Porengrößenbereich ohne den Bezug zur Gesamtverteilung zum Vergleich zwischen verschiedenen Gemischen herangezogen wird. Das Herausstellen einzelner Bereiche, wie es in den Darstellungen 8 und 9 exemplarisch für das Gesamtporenvolumen sowie die Anteile der weiten Grobporen und der Mittelporen von Gemischen aus den Reihen A und B erfolgt ist, kann daher nur zur weiteren Veranschaulichung der Interpretation von Porengrößenverteilungen herangezogen werden.

3.3. Diskussion

Für die beim Aufbau von Rasensportflächen vorliegenden Fragestellungen ist es sehr wesentlich, das Verhalten der durch Niederschläge oder Beregnung in die Tragschicht gelangenden Wassermenge beurteilen zu können. Insbesondere gilt das für die Fragen, wieviel Wasser die Tragschicht aufzunehmen vermag (Wasseraufnahmevermögen) und wie schnell sich das Wasser darin bewegen kann, denn davon hängt einerseits die zügige Abführung des Überschußwassers nach Niederschlägen in Hinblick auf die Beispielbarkeit der Fläche und zum anderen die möglichst langfristige Versorgung des Rasens mit pflanzenverfügbarem Wasser ab.

Das Ergebnis der exemplarisch an bewachsenen Rasentragschichten durchgeführten Untersuchung zeigt, daß die Erfassung der Bindungsintensität des Bodenwassers in Form von pF-Kurven und der Porengrößenverteilung in Form von Blockdiagrammen auch für diesen Anwendungsbereich ein wertvolles Hilfsmittel bildet, um auf die oben genannten Eigenschaften im Zusammenhang schließen zu können.

Durch die volumenmäßige Bestimmung des in den weiten Grobporen bis pF 1,8 nur schwach gebundenen und schnell beweglichen Bodenwassers (Darstellung 6 und 8) wird die durchlässigkeitsfördernde Wirkung von Lava in Tragschichtgemischen eindeutig bestätigt.

Der volle Ersatz von Sand in dem aus 1 Teil Oberboden, 2 Teilen Torf und 4 Teilen Sand bestehende Gemisch durch Lava führte zu einer Vergrößerung des Anteil der weiten Grobporen um rd. 20 Vol.%.
Ausgehend von der Differenz zwischen den Wassergehalten bei der Feldkapazität (pF 1,8 bzw. 2,5) und beim permanenten Welkepunkt (pF 4,2) wird die Menge des pflanzenverfügbaren Bodenwassers in den engen Grobporen und in den Mittelporen volumenmäßig erfaßt. Sie läßt sich damit durch die Summe der Volumenanteile von engen Grobporen und Mittelporen mit einem oberen Schwellenwert und durch den Volumenanteil der Mittelporen allein mit einem unteren Schwellenwert zahlenmäßig darstellen. Wie aus Darstellung 7 und 9 hervorgeht, ist die Menge des pflanzenverfügbaren Wassers in den Gemischen mit wechselnden Zuschlagstoffen am oberen Schwellenwert um rd. 11 Vol.% auf insgesamt rd. 26 Vol.% angestiegen und am unteren Schwellenwert um rd. 7 Vol.% auf insgesamt rd. 14 Vol.%.

Sowohl aus den pF-Kurven (Darstellung 4, 5) als auch aus den Porengrößenverteilungen (Darstellung 6, 8) ist ersichtlich, daß die Menge des nicht mehr pflanzenverfügbar gebundenen Bodenwassers (pF > 4,2) bzw. der Anteil der Feinporen in beiden Gemischreihen nur geringen Schwankungen unterlag. Daraus ergibt sich, daß auch das Wasseraufnahmevermögen der Gemische beider Reihen analog zur ständigen Vergrößerung des Gesamtporenvolumens ständig zugenommen hat. Ausgehend von dem theoretischen Fall, daß den Gemischen sämtliches Wasser bis pF 4,2 entzogen ist und sämtliche Poren wieder mit Wasser gefüllt werden und nicht durch Luft-

einschlüsse blockiert sind, umfaßt das Wasseraufnahmevermögen volumenmäßig die Differenz zwischen dem Gesamtporenvolumen und dem Anteil der Feinporen als oberen Schwellenwert. Für den praktischen Fall ergibt sich ein unterer Schwellenwert aus dem Gesamtporenvolumen abzüglich der jeweils zum Meßzeitpunkt tatsächlich in einer Tragschicht vorhandenen Wassermenge.

Die Ermittlung der pF-Kurven bzw. der Porengrößenverteilung schließt im allgemeinen die Notwendigkeit zu einer gesonderten Bestimmung der tatsächlichen Wasserdurchlässigkeit nicht aus, da über die Bindungsintensität des Bodenwassers lediglich der Äquivalentdurchmesser der Poren nicht aber ihre Kontinuität erfaßt wird. Da das Gefüge der Tragschichtgemische für Rasensportplätze aber zunächst weitgehend durch die Körnung und Struktur der Gerüstbaustoffe und Zuschlagstoffe und ihre Lagerung zueinander bestimmt wird und mit der Rasenentwicklung eine gleichmäßigere Durchwurzelung und Sekundärporenbildung zu erwarten ist, kann angenommen werden, daß zwischen dem Volumenanteil der weiten Grobporen und der Wasserdurchlässigkeit eine sehr enge Beziehung besteht und auch der Anteil der weiten Grobporen hier die Funktion einer Kenngröße übernehmen kann.

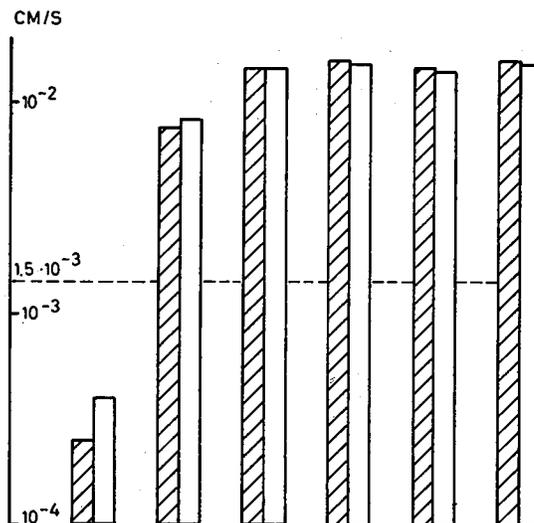
4. Wasserdurchlässigkeit

4.1. Wasserversickerung und Wasserdurchfluß

In Abhängigkeit von der Fragestellung werden zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit von Rasentragschichten zwei verschiedene Methoden angewendet (DIN 18035 Blatt 4). Während zur Eignungsprüfung bei der Zusammensetzung von Tragschichtgemischen im Labor die Bestimmung des modifizierten Wasserschluckwertes k^*_{mod} herangezogen und dabei die Versickerung einer bestimmten Wassersäule in Abhängigkeit von der Zeit gemessen wird, erfolgt die Kontrollprüfung an bewachsenen Rasentragschichten im benutzten Zustand durch die Bestimmung des Durchflußwertes, wobei die in der Zeiteinheit durchgeflossene Wassermenge ermittelt wird. Bei der vorliegenden Untersuchung werden beide Bestimmungen an denselben Zylinderproben der bewachsenen Rasentragschichtgemische unter Berücksichtigung der jeweiligen Probenhöhen durchgeführt, nachdem Vorversuche ergeben hatten, daß die eingesetzten Kunststoffzylinder ausreichend verwindungsfest sind, beim Einschlagen keine größere Federung eintritt und die Schneide bei den vorliegenden Körnungen nicht stärker beschädigt wird als bei den in der Norm vorgegebenen Stahlzylindern.

DARSTELLUNG 10

WASSERSCHLUCKWERT k^*_{mod} BEI ERHÖHUNG DES LAVAANTEILES IN GEMISCHREIHE A

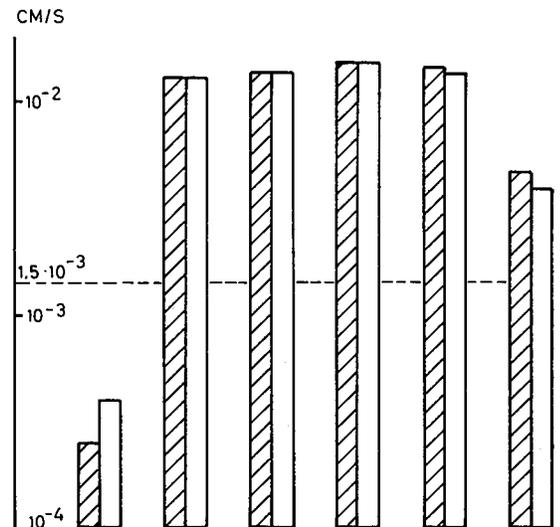


ZYLINDER DURCHMESSER	1	2	GEMISCH			
	1	2	5	8	9	10
15 cm	$4 \cdot 10^{-4}$	$8,8 \cdot 10^{-3}$	$1,65 \cdot 10^{-2}$	$1,95 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$1,95 \cdot 10^{-2}$
10 cm	$6 \cdot 10^{-4}$	$9,1 \cdot 10^{-3}$	$1,65 \cdot 10^{-2}$	$1,8 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$1,9 \cdot 10^{-2}$

Wie aus den Darstellungen 10, 11 und 12 hervorgeht, weisen alle Gemische auch im bewachsenen Zustand einen wesentlich höheren Wasserschluckwert auf, als er von der Norm mit $k^*_{mod} > 15 \cdot 10^{-3}$ cm/s für den unbewachsenen Zustand vorgegeben wird, was auf die Bildung eines durchgehenden,

DARSTELLUNG 11

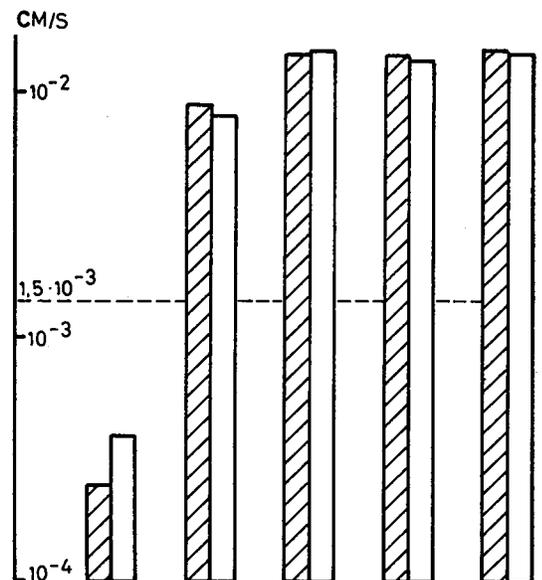
WASSERSCHLUCKWERT k^*_{mod} BEI WECHSEL DER ZUSCHLAGSTOFFE IN GEMISCHREIHE B



ZYLINDER DURCHMESSER	1	3	GEMISCH			
	1	3	4	5	6	7
15 cm	$4 \cdot 10^{-4}$	$1,01 \cdot 10^{-2}$	$1,15 \cdot 10^{-2}$	$1,65 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$6,5 \cdot 10^{-3}$
10 cm	$6 \cdot 10^{-4}$	$1,01 \cdot 10^{-2}$	$1,15 \cdot 10^{-2}$	$1,65 \cdot 10^{-2}$	$1,16 \cdot 10^{-2}$	$5,8 \cdot 10^{-3}$

DARSTELLUNG 12

WASSERSCHLUCKWERT k^*_{mod} BEI 10cm TRAGSCHICHTSTÄRKE IN GEMISCHREIHE C



ZYLINDER DURCHMESSER	1	11	GEMISCH		
	1	11	12	13	14
15 cm	$4 \cdot 10^{-4}$	$9,5 \cdot 10^{-3}$	$1,55 \cdot 10^{-2}$	$1,52 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$
10 cm	$6 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-3}$	$1,66 \cdot 10^{-2}$	$1,37 \cdot 10^{-2}$	$1,64 \cdot 10^{-2}$

gröberen Sekundärporensystems durch die intensive Durchwurzelung schließen läßt, das auch oberflächennah durch keine Beanspruchung mit der Stollenwalze gestört wurde. Die Verringerung des Zylinderquerschnittes von 15 cm auf 10 cm hatte keinen Einfluß, da abgesehen vom Oberboden keine wesentlichen Unterschiede aufgetreten sind.

Die aufgrund der stark voneinander abweichenden Porengrößenverteilungen (Darstellungen 6 und 7) im Bereich der weiten Grobporen erwarteten größeren Unterschiede im Wasserschluckwert sind nur bei Gemisch 2 (Darstellung 10) und Gemisch 7 (Darstellung 11) festzustellen. Das feinsandreiche Gemisch 2 mit seinem sehr niedrigen Anteil an weiten Grobporen weist im Vergleich zu den mit steigendem Lavaanteil zusammengesetzten und durch hohe Anteile an weiten Grobporen gekennzeichneten anderen Gemischen der Reihe A auch einen wesentlich geringeren Wasserschluckwert auf. Die mit der Erhöhung des Lavaanteils verbundene stetige Zunahme des Anteils der weiten Grobporen findet dagegen keine Entsprechung im Wasserschluckwert, was, wie unter 3.2. angesprochen, auf die Form der Kornoberfläche und die innere Konstruktion zurückzuführen ist.

In der Gemischreihe B hat der Wechsel der Zuschlagstoffe bei Gemisch 7 (Darstellung 11) zu einem wesentlich niedrigeren Wasserschluckwert geführt, obgleich bei diesem Gemisch der in dieser Reihe höchste Anteil an weiten Grobporen vorliegt (Darstellung 7). Die Zugabe von Perlit hat demnach zwar die Entwicklung gröberer aber in geringerem Maße miteinander verbundener Hohlräume bewirkt, was die bereits von SKIRDE (1974) festgestellte auch „porenverstopfende“ Wirkung dieses Zuschlagstoffes bei gleichzeitigem hohen Wasseraufnahmevermögen bestätigt.

Aufgrund des zwischen der Korngrößenzusammensetzung und der Porengrößenverteilung bestehenden Zusammenhanges erklärt sich, wie bereits bei Gemisch 2, auch in der Gemischreihe C mit 10 cm Tragschichtstärke der niedrige Wasserschluckwert bei dem ebenfalls feinsandreichen Gemisch 11 (Darstellung 12).

Bei der Bestimmung des Durchflußwertes wurde bei allen Gemischen der methodisch bedingte höchstmögliche Wert von 56,6 l/m²/h erreicht, abgesehen vom Oberboden, der erwartungsgemäß mit 13,1 l/m²/h einen sehr geringen Durchflußwert aufwies. Differenzierte Ergebnisse für höhere Durchflußwerte sind insofern nicht zu erhalten, als die zugegebene Wassermenge und die Durchflußzeit in dem vorgegebenen Prüfverfahren konstant sind. Zum Vergleich der beiden Zylinderdurchmesser wurde die zugegebene Wassermenge auf die kleinere Querschnittfläche des Zylinders von 10 cm Durchmesser bezogen verringert. Es wurden die gleichen Höchstwerte wie bei den 15 cm-Zylindern erreicht.

4.2. Diskussion

Bei beiden Methoden führt die Verwendung von Zylindern mit 15 cm und mit 10 cm Innendurchmesser zu gleichen Ergebnissen. Ausgehend von den unter 2.2. aufgeführten Gesichtspunkten ergeben sich aber mit dem Einsatz des kleineren Zylinders Vorteile. Das gleiche gilt für die Herstellung der Zylinder aus Kunststoffrohren, die sich als ausreichend stabil und im Vergleich zu den in der Norm vorgegebenen Stahlzylindern aus Sonderrohren als leichter herstellbar und wesentlich preiswerter erwiesen haben.

Während zwischen dem modifizierten Wasserschluckwert als Maß für die Wasserdurchlässigkeit und der Porengrößenverteilung der erwartete enge Zusammenhang festgestellt werden kann, läßt er sich, methodisch bedingt, zwischen dem Durchflußwert und der Porengrößenverteilung derzeit nicht herstellen. Es zeigt sich, daß die vorliegende Methode zur Bestimmung des modifizierten Wasserschluckwertes durchaus auch auf Rasentragschichten im bewachsenen Zustand eingesetzt werden kann. Dabei muß gewährleistet sein, daß die Meßspitzen in ihrer Lage nicht beeinträchtigt werden. Im vorliegenden Fall reichte der Kurzschnitt des Rasens bis zum Wurzelansatz aus. Eine Überdeckung der Querschnittfläche mit Perlkies (HARTGE 1971) zur Verbesserung der Meßspitzenanordnung ist ohne Beeinträchtigung der Meßwerte möglich.

Zur Ermittlung der Wasserversickerung in die Oberfläche von Rasentragschichten, wie sie entsprechend bei Niederschlägen bzw. bei der Beregnung auftritt, bietet sich damit die Methode

zur Bestimmung des modifizierten Wasserschluckwertes nicht nur bei Untersuchungen zur Zusammensetzung von Tragschichtgemischen an, sondern auch zur Prüfung eingebauter Tragschichten vor und nach der Ansaat und im benutzten Zustand. Aufgrund der zwischen der Rasentragschicht und der Dränschicht bzw. einem wasserdurchlässigen Baugrund bestehenden Wechselbeziehungen in der Wasserbewegung sollte die Weiterentwicklung dieses Verfahrens das gesamte Aufbausystem in die Prüfung einbeziehen und, wie bei der Bestimmung der Versickerungsintensität mit dem Doppelzylinderfiltrimeter (DIN 19682 Blatt 7), auch die örtliche Prüfung auf dem Rasensportplatz ohne die aufwendige Entnahme von ungestörten Proben ermöglichen. Die Entwicklung eines in allen Planungs- und Ausführungsstadien gleichermaßen anwendbaren Prüfverfahrens würde in Hinblick auf die Handhabung in der Praxis, die Vergleichbarkeit und Aussagekraft von Anforderungen und Prüfergebnissen zweifellos mit Vorteilen für alle Beteiligten verbunden sein.

Literatur

DIN 18 035 Blatt 4, Sportplätze, Rasenflächen. 10.74.

DIN 19 682 Blatt 7, Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau; Felduntersuchungen; Bestimmung der Versickerungsintensität mit dem Doppelzylinder-Infiltrimeter. 1.72.

HARTGE, K. H., 1965: Die Bestimmung von Porenvolumen und Porengrößenverteilung. Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung 6. 193–206.

HARTGE, K. H., 1971: Die physikalische Untersuchung von Böden. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart.

NITZSCH, W. v., 1936: Der Porengehalt des Ackerbodens – Meßverfahren und ihre Brauchbarkeit. Bodenkunde und Pflanzenernährung 1 (46). 101–115.

PAAR, W., und SCHMIDT, U., 1974: Bodenphysikalische Untersuchungen an Tragschichtgemischen für Rasensportflächen unter besonderer Berücksichtigung von Wasserdurchlässigkeit und Wasserspeicherfähigkeit. Diplomarbeit am Institut für Grünplanung und Gartenarchitektur der TU Hannover. Unveröffentlicht.

RASP, H., 1972: Der Einfluß von Bodenverbesserungsmitteln auf Struktur und Ertragswirkung von gärtnerischen Böden und Substraten. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 133. H. 1 + 2, 111–123.

SCHEFFER, F., und SCHACHTSCHABEL, P., 1970: Lehrbuch der Bodenkunde. 7. Auflage, Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart.

SKIRDE, W., 1973 a: Vegetationstechnische Gesichtspunkte beim Bau von Rasensportflächen. Das Gartenamt 22. 630–636.

SKIRDE, W., 1973 b: Bau von Rasenspielfeldern auf biotechnischer Grundlage. Sport- und Freizeitanlagen B 1/7. Hrsg.: Bundesinstitut für Sportwissenschaft. Löwenich.

SKIRDE, W., 1974: Zur Problematik der Wasserbewegung im Schichtaufbau von Rasensportflächen. Rasen - Turf - Gazon 5. 87–91.

SIEDEK, P., und VOSS, R., 1971: Die Bodenprüfverfahren bei Straßenbauten. 5. Auflage. Werner Verlag. Düsseldorf.

Zusammenfassung

Durch exemplarisch an bewachsenen Rasentragschichten durchgeführte Untersuchungen wird demonstriert, daß die Bestimmung der Bindungsintensität des Bodenwassers (pF-Kurven) und die Ermittlung der Porengrößenverteilung in Verbindung mit den charakteristischen Kennwerten des Wasserhaushaltes im Boden wertvolle Hilfsmittel zur Beurteilung der Beweglichkeit und der pflanzenverfügbaren Speicherung des Bodenwassers in Rasensportflächen bilden. Durch die volumenmäßige Bestimmung der wasserabführenden und der wasserhaltenden Poren kann die durchlässigkeitsfördernde und/oder wasserspeichernde Wirkung einiger Gerüstbaustoffe und Zuschlagstoffe eindeutig nachgewiesen werden. Zwischen der Bindungsintensität des Bodenwassers bzw. Porengrößenverteilung und der Wasserversickerung ($K^*_{mod.}$) ergibt sich strukturbedingt ein enger Zusammenhang, was, methodisch bedingt, für den Durchflußwert nicht zutrifft.

Summary

Vegetationslayers for sports turf served as an example in specific experiments to demonstrate that an analysis of the intensity of retention of the water in the soil (pF-curves) and of the distribution of the pores and their size in connection with the characteristics of the water supply in the soil are valuable aids when judging the movement and storage of water in the soil for plant use on sports turf. By determining the volume of the water-carrying and water-retaining pores the effect of some construction materials and additives on greater permeability and/or water retention can be clearly proven. There is a close connection, due to structure, between the intensity of the soil water and the distribution of pores and their size respectively and the seepage of water ($K^*_{mod.}$), but this does not apply to the permeability value because of the methods.

Bestandsausbildung von Rasenansaaten unter verschiedenen Versuchsbedingungen

II. Ansaaten für Gebrauchs- und Spielrasen

W. Skirde, Gießen

1. Einleitung und Problemstellung

Wenn man eine funktionelle Gliederung der Rasenflächen nach Benutzung vornimmt, ist zwischen folgenden 3 Funktionsbereichen zu unterscheiden:

- Rasen für unbelastete bzw. wenig trittbelastete Flächen,
- Rasen für belastbare Flächen im Sinne von Spielrasen, Liegewiesen u. ä.,
- Rasensportflächen.

Jeder dieser Funktionsbereiche erfordert einerseits eine zweckbezogene bauliche Herstellung, andererseits eine der Benutzung angepaßte Zusammensetzung der Rasendecke, die durch eine ausgewogene Zusammenstellung der Ansaatmischung und sachgerechte Maßnahmen der Fertigungspflege zu schaffen ist. In diesem Zusammenhang ist neben der Prüfung der Belastbarkeit von Gräserarten und -sorten, die modellmäßig erfolgen kann, ihre ökologische und pflegetechnische Reaktion, vor allem hinsichtlich des interspezifischen Verhaltens in einer Pflanzengemeinschaft, von Bedeutung.

Nachdem in Teil I dieser Auswertungsreihe bereits über die Bestandsausbildung von Sportfeldansaaten unter verschiedenen Versuchsbedingungen berichtet wurde (SKIRDE, 1975), wird dieser Bericht hier für Ansaaten von Gebrauchs- und Spielrasen fortgesetzt. An dieser ökologischen Versuchsreihe waren wiederum die nachstehenden Stellen beteiligt *):

- Grünlandabteilung der Landwirtschaftskammer Hannover, Versuchsfeld Poppenburg;
- Institut für Landschaftsbau der Technischen Universität Berlin-Dahlem;
- Hessische Saaten, Darmstadt;
- Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau, Heidelberg;
- Landesanstalt für Samenprüfung Rinn bei Innsbruck;
- Fachgebiet Rasenforschung der Universität Gießen, Versuchsfeld Leihgestern.

2. Versuchsbedingungen

Dieser Teil der ökologischen Versuchsreihe umfaßt 4 Ansaaten, die sich einerseits durch einen verschieden hohen *Poa pratensis*-/*Festuca*-Anteil (Ansaat A und B), andererseits durch die Einbeziehung von *Cynosurus cristatus* und *Phleum nodosum* bzw. *Phleum pratense*, gleichzeitig bei Ausschluß oder Aufnahme von *Agrostis tenuis* (Ansaat C und D) unterscheiden.

Die Ansaatmischungen setzten sich wie folgt zusammen:

Ansaat A:

- 25 % *Poa pratensis* — Merion
- 20 % *Festuca rubra* — Golfrood
- 20 % *Festuca rubra* — Topie
- 30 % *Festuca ovina* — Biljart
- 5 % *Agrostis tenuis* — Tracenta

Ansaat B:

- 55 % *Poa pratensis* — Merion
- 15 % *Festuca rubra* — Golfrood
- 10 % *Festuca rubra* — Topie
- 15 % *Festuca ovina* — Biljart
- 5 % *Agrostis tenuis* — Tracenta

Ansaat C:

- 60 % *Poa pratensis* — Merion
- 15 % *Festuca rubra* — Oase
- 15 % *Cynosurus cristatus* — Credo
- 10 % *Phleum nodosum* — S 50

Ansaat D:

- 50 % *Poa pratensis* — Merion
- 25 % *Festuca rubra* — Oase
- 5 % *Agrostis tenuis* — Tracenta
- 15 % *Cynosurus cristatus* — Credo
- 5 % *Phleum pratense* — King.

Die Aussaatmenge betrug auch hier mischungsunabhängig 15 g/m², was einer durchschnittlichen Kornzahl/m² von 40 000 entspricht.

Eine Charakterisierung der Versuchsstandorte sowie Angaben zur Versuchsdurchführung sind bereits im Teil I dieser Auswertungsreihe für die gesamte Versuchsreihe erfolgt (RASEN - TURF - GAZON S. 55, 1975), so daß von einer Wiederholung abgesehen werden kann. Eine Abwei-

*) Auch an dieser Stelle sei allen Versuchsanstellern für ihre wertvolle Mitwirkung bei Versuchsdurchführung und Versuchsauswertung gedankt.

chung der systematisch geplanten und durchgeführten Versuchsreihe ergab sich lediglich am Standort Darmstadt, wo die 4 Ansaaten nicht der gleichen Schnitthöhe unterlagen. Vielmehr waren die Ansaaten A und D einem Tiefschnitt (1,5 cm), die Ansaaten B und C dagegen einer Hochschnittwirkung (3,0 cm) ausgesetzt. Diese Abweichungen sind bei der Auswertung zu berücksichtigen. Sofern keine besonderen Hinweise erfolgen, fand der Rasenschnitt bei 3–4 cm Schnitthöhe (= Hochschnitt) statt.

3. Ergebnisse

3.1. Standort Leihgestern bei Gießen

Geht man von einer globalen Betrachtung der Entwicklung der Versuchsansaaten aus, dann wird zunächst die bereits bei den Sportfeldansaaten festgestellte Gunst des Versuchsstandortes Leihgestern für Ansaaten mit *Poa pratensis* erkennbar. Dies trifft insbesondere für Ansaat C zu, wo ein ausgeprägter Konkurrenzpartner fehlt, der in Gestalt von *Agrostis tenuis* in den drei anderen Ansaatmischungen vorhanden ist (Darst. 1). Andererseits wird der Narbenanteil von *Poa pratensis* in den ersten Versuchsjahren von dessen Saatanteil bestimmt, die bei gleicher Saatmenge an *Agrostis tenuis* sowohl mit einem geringeren Saatanteil als auch mit einem geringeren Bestandteil der feinblättrigen *Festuca*-Gräser verbunden ist. — Der Anteil der *Festuca*-Arten wird in den Auswertungsgraphiken additiv dargestellt.

Auf diesen Gesamttrend der Bestandsentwicklung war die verschiedene Behandlung der Ansaaten in Wassergabe und Schnitthöhe von großem Einfluß. Insbesondere Beregnung wirkte sich stark modifizierend auf die Versuchsansaaten aus, indem sie den *Agrostis*-Anteil erwartungsgemäß eindeutig erhöhte und damit zumindest bei den Ansaaten A und B den Charakter eines Zierrasens hervorrief. Bei der unberegneten Teilerie stieg — im großen Durchschnitt — dagegen der *Festuca*-Anteil und der Anteil an eingewanderten Fremdarten etwas an, bis von dem extremen Trockensommer 1973 an entweder eine stärkere Zunahme von *Poa pratensis* (Ansaat A, B, C) oder von *Phleum nodosum* (Ansaat C) einsetzte. Dies hat in der weiteren Folge von Trockensommern zu Artendominanzen geführt, wie sie Tabelle 1 wiedergibt.

Tabelle 1:

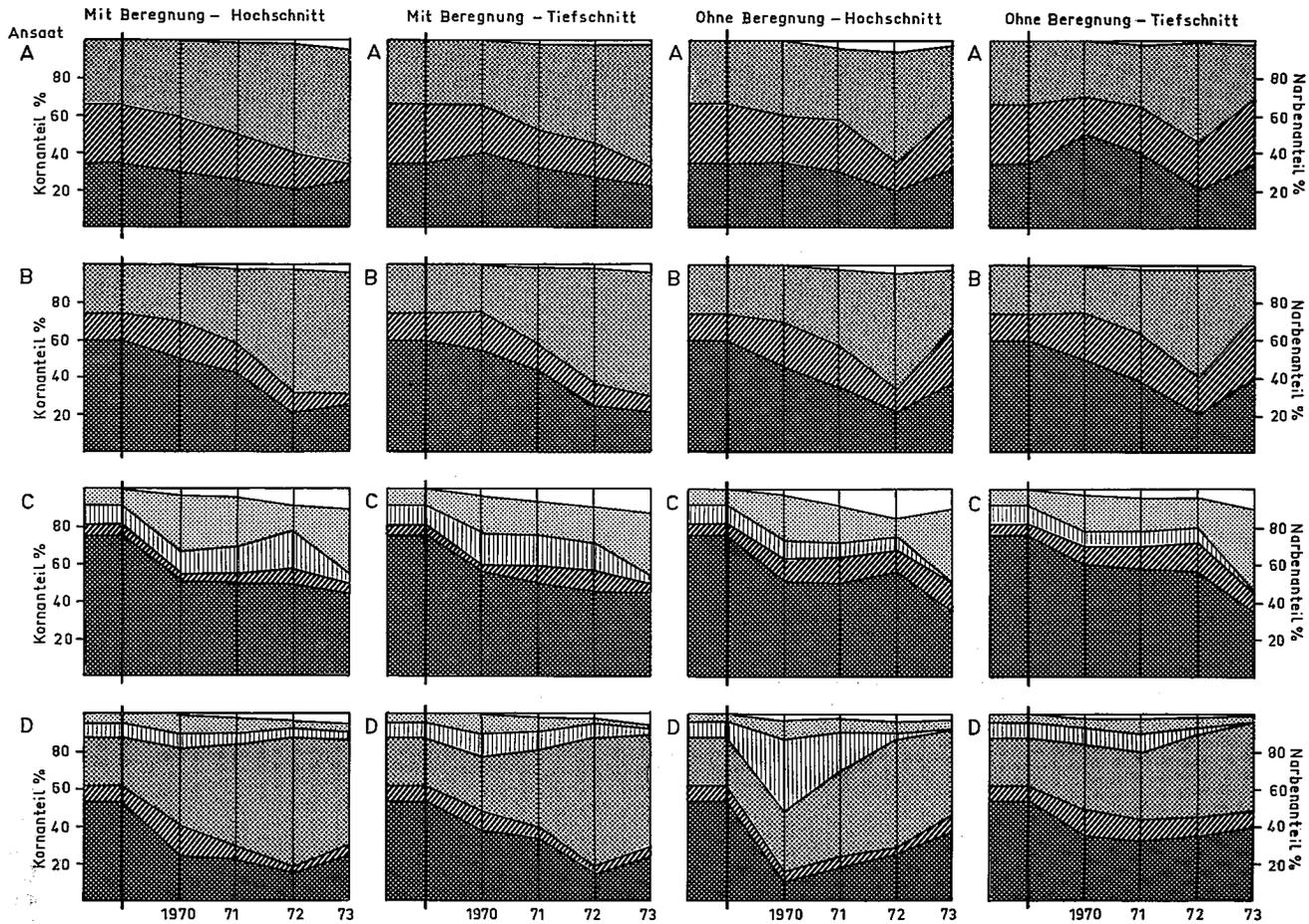
Dominante Grasart(en) in den Versuchsansaaten nach Einwirkung mehrerer Trockensommer (Stand 20. 11. 1975)				
Ansaat	Mit Beregnung		Ohne Beregnung	
	Hochschnitt	Tiefschnitt	Hochschnitt	Tiefschnitt
A	<i>A. tenuis</i>	<i>A. tenuis</i>	<i>P. pratensis</i> <i>Festuca</i>	<i>P. pratensis</i> <i>Festuca</i>
B	<i>A. tenuis</i>	<i>A. tenuis</i> <i>P. pratensis</i>	<i>P. pratensis</i> <i>Festuca</i>	<i>P. pratensis</i> <i>Festuca</i>
C	<i>Ph. nodosum</i> <i>P. pratensis</i>	<i>Ph. nodosum</i> <i>P. pratensis</i>	<i>P. pratensis</i> <i>Ph. nodosum</i>	<i>P. pratensis</i> <i>Ph. nodosum</i>
D	<i>A. tenuis</i> <i>P. pratensis</i>	<i>A. tenuis</i> <i>P. pratensis</i>	<i>P. pratensis</i>	<i>P. pratensis</i>

Hierbei erscheint das Verhalten von *Phleum nodosum* besonders interessant, indem diese Grasart Trockenperioden am Gießener Standort durch Einlegen einer Sommerruhe besser als *Phleum pratense* zu überbrücken vermochte, dem diese Eigenschaft in einem gewissen Grad auch eigen ist. Hierauf mag der Tatbestand zurückzuführen sein, daß der Einfluß von Beregnung bei diesen Gräsern, gemessen an der Reaktion von *Agrostis tenuis*, relativ gering war.

Einen fördernden bzw. erhaltenden Einfluß wirkte Beregnung dagegen in Ansaat C auf den Anteil von *Cynosurus cristatus* aus. Wenn dieser Effekt in Ansaat D nicht hervortritt, hängt dies mit einer anderen interspezifischen Konkurrenzsituation innerhalb dieser Mischung zusammen. Eine ähnliche Erklärung wird für den höheren Fremdartenanteil in Ansaat C angenommen, wo *Agrostis tenuis* als Konkurrenzbarriere gegen eindringende Fremdarten fehlt.

Bestandsunterschiede, die auf verschiedene Schnitthöhe zurückgehen, deuten sich am Standort Leihgestern bei Gießen

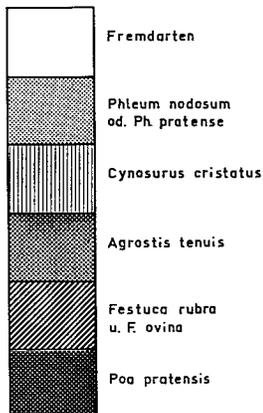
Darst. 1: Bestandsausbildung von Ansaaten für Gebrauchs- und Spielrasen, Standort Leihgestern b. Giessen



nur insofern an, als im Jahre nach der Saat (1971) bei allen Ansaaten und Behandlungen ein größerer Anteil an *Poa pratensis* bei Tiefschnitt festgestellt wurde. Dieser bestandsanalytische Unterschied trat sowohl auf Kosten von *Festuca rubra* und/oder *F. ovina* sowie von *Agrostis tenuis* ein. Später verhinderte Tiefschnitt insbesondere das „Puffigwerden“ an *Agrostis* dominanten Narben und schränkte dadurch gleichzeitig deren Krankheitsanfälligkeit ein.

Im ganzen haben die Ansaaten A und B am Standort Leihgestern bei Gießen unter Beregnung inzwischen durch einen hohen Bestandsanteil an *Agrostis tenuis* Zierrasencharakter angenommen, während bei der nicht beregneten Teilserie ein ausgeglichener Anteil der Ansaatarten vorhanden ist. Ansaatbezogene Anteilsunterschiede bestehen zwischen den Ansaaten A und B aber nicht mehr. Ansaat C entspricht bei allen Behandlungen dem erwünschten Bild eines robusten Spielrasens mit nur geringen behandlungsabhängigen Abweichungen, während der *Agrostis*-Anteil in Ansaat D, zumindest unter Beregnung, wiederum einen zierrasenähnlichen Aspekt bewirkt hat.

Zeichenerklärung



3.2. Standort Berlin

Auch am Standort Berlin ist der Anteil an *Poa pratensis*, der mit Ausnahme von Ansaat D besonders im Trockenjahr 1973 stark zugenommen hat, hoch (Darst. 2). Demgegenüber konnte sich *Agrostis tenuis*, selbst bei Beregnung, nur in Grenzen behaupten, wohl aber nehmen *Festuca rubra* und *Festuca ovina* hier zusammen größere Anteile als in Gießen ein. Dies entspricht auch dem bei Sportfeldansaaten eingetretenen Ergebnis.

Anfängliche Unterschiede im Narbenanteil von *Poa pratensis* in den Ansaaten A und B haben sich rasch ausgeglichen, eine eindeutige Förderung durch Beregnung besteht dagegen bei *Cynosurus cristatus*.

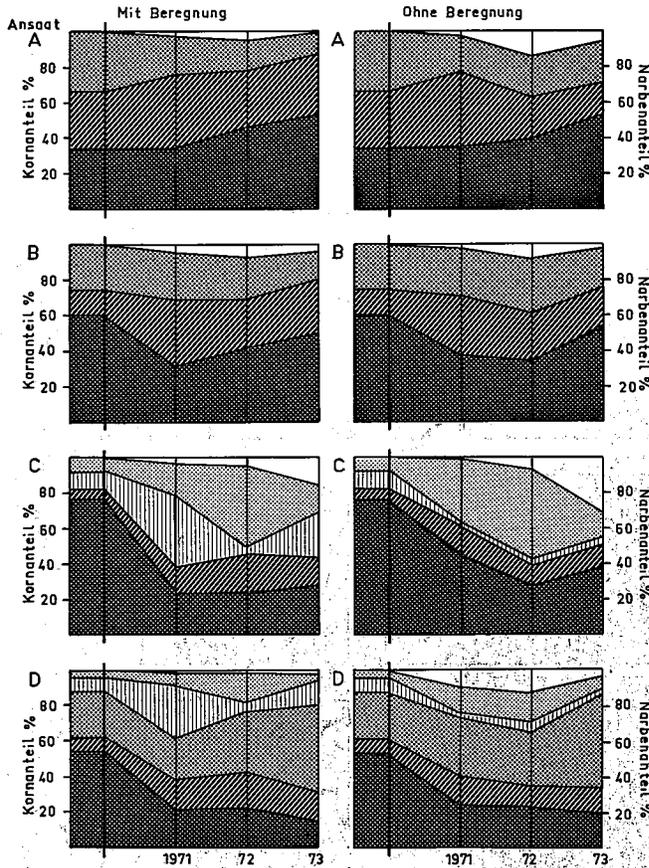
Davon abgesehen blieb Beregnung in Berlin auf die botanische Zusammensetzung der Rasensaaten hinsichtlich der Ansaatarten ohne merklichen Einfluß. Sie hat aber eine große Wirkung auf die Dichte der Rasendecke ausgeübt, die bei der unberegneten Teilserie nicht nur zu wünschen übrig ließ (Tab. 2), sondern vermutlich auch die Ursache des stärkeren Eindringens von Arten aus anderen Mischungen bzw. von Unkräutern ist.

Tabelle 2:

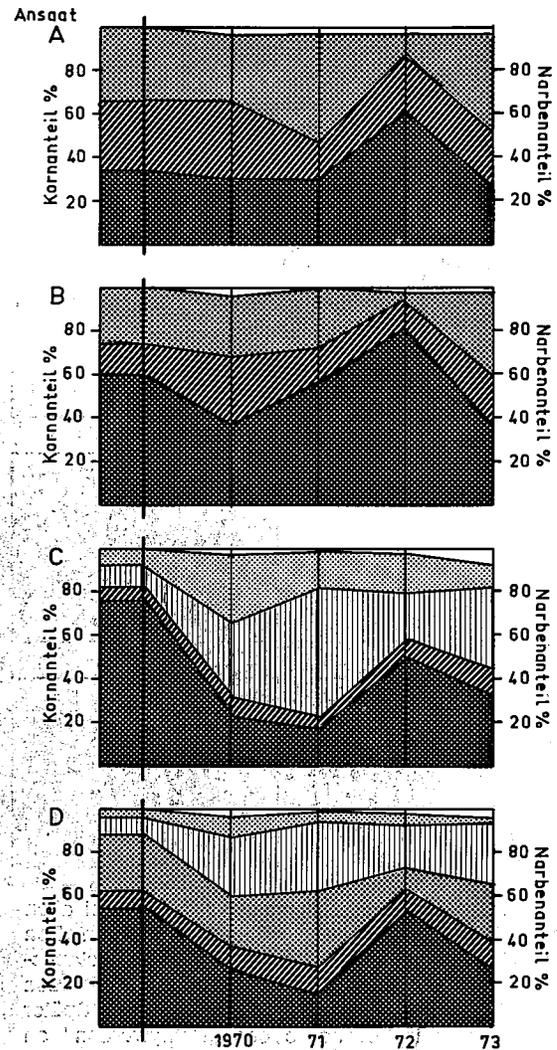
	Deckungsgrad (i. %) der Versuchsansaaten, Standort Berlin					
	Mit Beregnung			Ohne Beregnung		
	1971	1972	1973	1971	1972	1973
A	100	98	99	82	95	91
B	100	97	98	90	95	92
C	100	95	96	80	90	94
D	100	97	95	82	95	99

Faßt man die Ergebnisse für den Standort Berlin zusammen, so ist zunächst eine rasentypgemäße Entwicklung der Ansaatarten festzustellen, die durch Beregnung nicht sonderlich beeinflusst wurde. Wohl aber scheint Beregnung in Berlin notwendig zu sein, um Rasensaaten überhaupt dicht und weitgehend frei von Fremdarten zu erhalten. Die standörtliche Begünstigung von *Poa pratensis* und *Festuca rubra* u./o. *ovina* erscheint unverkennbar, wenn einer derartigen Dominanzaus-

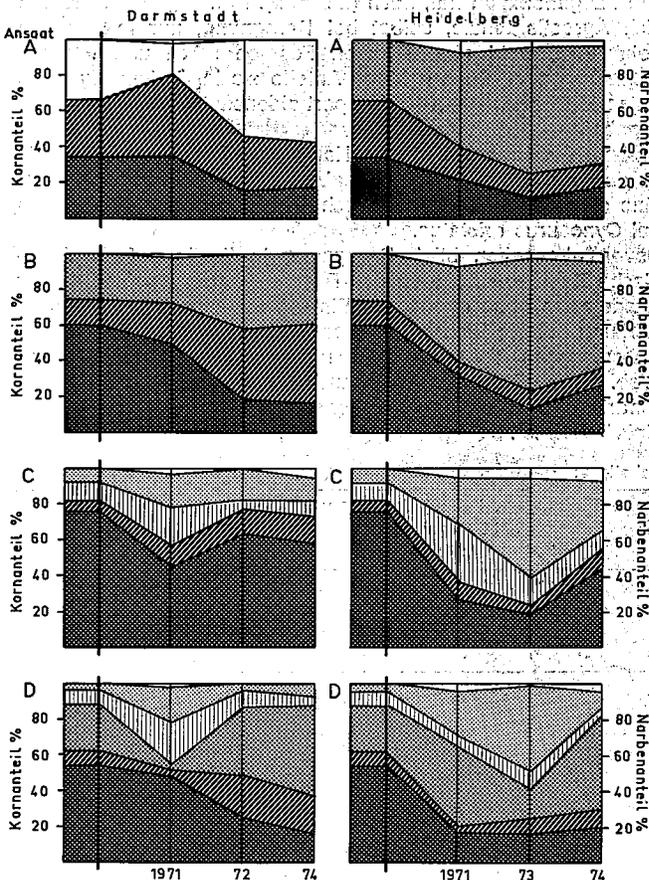
Darst. 2: Bestandsausbildung von Ansaaten für Gebrauchs- und Spielrasen, Standort Berlin



Darst. 3: Bestandsausbildung von Ansaaten für Gebrauchs- und Spielrasen, Standort Poppenburg



Darst. 4: Bestandsausbildung von Ansaaten für Gebrauchs- und Spielrasen, Standorte Darmstadt u Heidelberg



bildung nicht Konkurrenzverhältnisse entgegenstehen, wie sie in den Ansaaten C und D herrschen.

3.3. Standort Poppenburg

Am Standort Poppenburg hat sich bei wechselnder und im ganzen wenig hoher Pflegeintensität bei den Ansaaten A und B ein erstaunlich hoher, aber in Beziehung zum Saatanteil stehender Prozentsatz an *Poa pratensis* herausgebildet und gemeinsam mit den *Festuca*-Arten ein stärkeres Vordringen von *Agrostis tenuis*, ähnlich wie in Berlin, verhindert (Darst. 3). Obwohl eine Beregnung nicht erfolgte, blieb die Rasendecke auf dem gut wasserführenden Boden während der ganzen Vegetationsperiode relativ geschlossen, so daß auch der Fremdartenanteil kein größeres Ausmaß erreichte. Als standorts- und pflegespezifisch aber erweist sich der hohe Prozentsatz an *Cynosurus cristatus* in den Ansaaten C und D, der eine Parallele zu gleichartiger Entwicklung der früher ausgewerteten Sportfeldansaaten darstellt.

Im ganzen haben sich die Ansaaten auch hier rasentypgemäß entwickelt; eine Änderung der Pflege durch Erhöhung der Stickstoffgabe bei dadurch erzwungener höherer Schnittfrequenz würde zusammen mit Beregnung in bekannter Weise den Anteil an *Agrostis tenuis* in den Ansaaten A, B und D fördern, *Cynosurus cristatus* in Ansaat C und D aber reduzieren.

3.4. Standort Darmstadt

In Darmstadt ist die Versuchsserie mit Gebrauchs- und Spielrasenansaaten infolge eines versuchstechnischen Fehlers nur bedingt auswertbar. Anstelle einer einheitlichen Schnitthöhe wurden die Ansaaten A und D tief, die Ansaaten B und C dagegen hoch gemäht. Die intensive Versuchspflege, insbesondere hinsichtlich Beregnung und Schnittzahl, dürfte jedoch einen gewissen Ausgleich bewirkt haben (Darst. 4).

Von diesen Einschränkungen abgesehen hat sich in Darmstadt eine Ansaatentwicklung ergeben, die einerseits an *Agrostis* und *Festuca* dominante Narben (A, B, C), andererseits *Poa pratensis*-Dominanzen geschaffen hat (C). Dabei dürfte der *Agrostis*-Anteil pflegebedingt, der recht hohe *Festuca*-Anteil der Narben bodenbedingt sein. Nur wenn beide Konkurrenzpartner fehlen oder durch weniger aggressive Arten ersetzt wurden, dann vermochte auch *Poa pratensis* einen angemessenen Bestandsanteil einzunehmen bzw. zu erhalten.

Beziehungen zur Saatmenge ergaben sich bei den Ansaaten A und B nur in den beiden ersten Versuchsjahren, sie wurden danach durch den egalisierenden Einfluß von Pflege und Standort überdeckt. Hierbei bleibt der hohe *Festuca*-Anteil bei geringerer Saatmenge in Ansaat B bemerkenswert, der auf die Einwirkung von Hochschnitt zurückgehen könnte. Auffallend ist schließlich der trotz – oder wegen – intensiver Pflege verbliebene Anteil an *Cynosurus cristatus* in Ansaat C. Vermutlich wurden Persistenz bzw. Konkurrenz dieses Grasses durch regelmäßige Beregnung erhöht.

Faßt man die gewonnenen Ergebnisse zusammen, so sind in Darmstadt die in dieser Auswertung bisher größten Unterschiede in der Zusammensetzung der Rasennarben festzustellen, wenn auch der Charakter der einzelnen Ansaaten durchaus noch dem Bild der vorgegebenen Ansaatmischung entspricht. Standortspezifisch scheint dabei der hohe *Festuca*-Anteil zu sein, der bei der aufgewendeten relativ hohen Pflege gewissermaßen einen Konkurrenzfaktor gegenüber *Agrostis tenuis* darstellt.

3.5. Standort Heidelberg

Ein gegenüber Darmstadt weiter verändertes Bild zeigt die Bestandsentwicklung am Standort Heidelberg, wo bei recht hohem Pflegeaufwand zugleich größere Niederschläge einwirken, ein weitaus schwererer Boden vorliegt und kleinstandörtlich eine Begünstigung in Form einer windgeschützten, „wassersparenden“ Lage besteht. Das sind Verhältnisse, die bei gewisser Oberflächenvernässung besonders die Entwicklung von *Agrostis tenuis*, von *Phleum nodosum*, hier aber auch von *Phleum pratense*, gefördert haben, und zwar vor allem auf Kosten von *Poa pratensis* sowie *Festuca rubra* u./o. *Festuca ovina* (Darst. 4). Bezüglich *Agrostis tenuis* ergibt sich dabei die Frage, ob dessen Bestandsanteil, ähnlich wie bei Beregnung in Gießen, so stark auf Grund des anstehenden schweren, verdichteten Bodens angestiegen ist, der flachwurzelnden Arten wie *Agrostis tenuis* bei Oberflächenvernässung immer noch ausreichende Wachstumsbedingungen bietet. Diese Verhältnisse kamen auch der Entwicklung von *Cynosurus cristatus* entgegen, das nur im Zusammenwirken von *Phleum pratense* und *Agrostis tenuis* stärker zurückgehalten wurde.

Interessant erscheint in Heidelberg das Verhalten von *Poa pratensis* unter Hoch- und Tiefschnitt. Ähnlich wie in Gießen hat Tiefschnitt auch auf diesem Standort eine Zunahme von *Poa pratensis* bewirkt, und zwar nicht nur in der ersten Versuchsphase, sondern abweichend zu Gießen bis zum Versuchsende im Jahre 1974 (Tab. 3).

Tabelle 3:

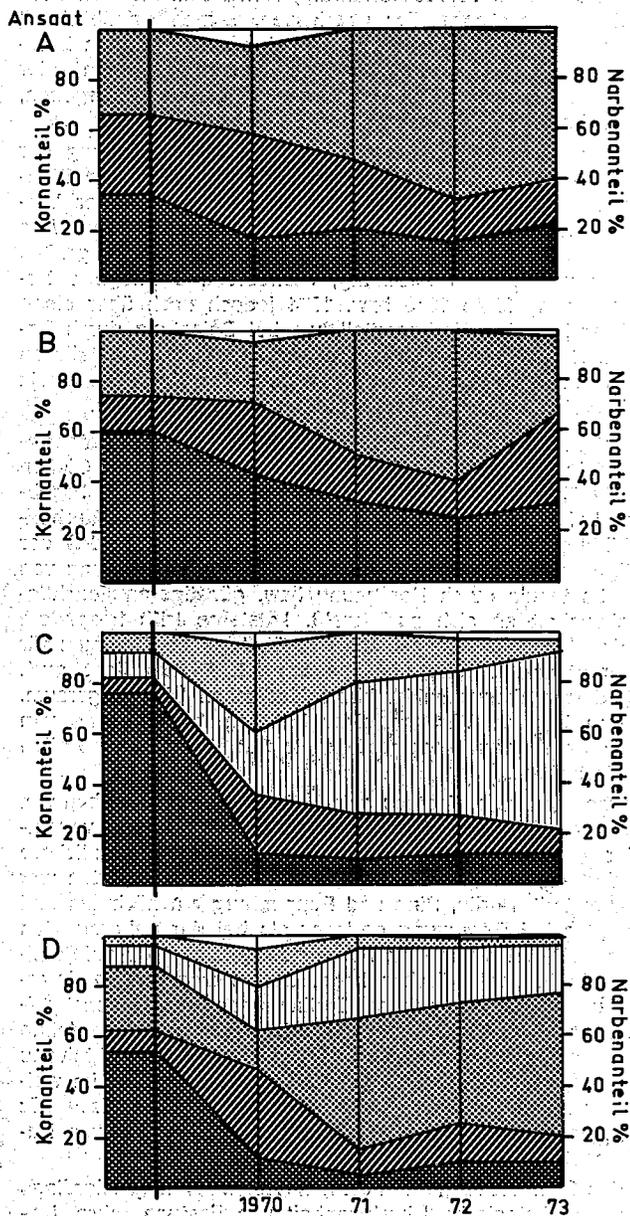
Ansaat	Bestandsanteil an <i>Poa pratensis</i> (i. %) bei Hoch- (H) und Tiefschnitt (T)					
	1971		1973		1974	
	H	T	H	T	H	T
A	22	35	12	14	18	33
B	32	50	13	19	28	43
C	27	35	19	20	45	45
D	17	32	16	18	20	46

Durch die Zunahme von *Poa pratensis* vermindert wurde im wesentlichen *Agrostis tenuis*. Diese pflegebedingten Abweichungen weisen eindrucksvoll auf die Wandelbarkeit der Rasennarbe und die Möglichkeit der Bestandslenkung von Rasensaatens hin, die unter Berücksichtigung von Pflege und Standort auch in Heidelberg durchaus der Entwicklungsrichtung derartiger Rasentypen entsprechen.

3.6. Standort Rinn bei Innsbruck

Dem bisher dargestellten Entwicklungstrend unter nicht extrem abweichenden Standortbedingungen passen sich mit Ausnahme von Ansaat C selbst die in Rinn gewonnenen Ergebnisse an, die dem voralpinen Raum entstammen (Darst. 5). Die Dominanz von *Agrostis tenuis* und der relativ hohe Anteil an *Festuca rubra* entspricht dieser ökologischen Situation, die

Darst. 5: Bestandsausbildung von Ansaaten für Gebrauchs- und Spielrasen, Standort Rinn



durch ausreichende Niederschläge, Taureichtum, hohe Einstrahlung und krasse Sommer-Wintergegensätze gekennzeichnet ist.

Ab 1973 sind Änderungen allerdings dahingehend eingetreten, daß der Anteil an *Agrostis tenuis* in den Ansaaten A und B wieder bis auf etwa 80% angestiegen ist, und zwar im wesentlichen auf Kosten von *Poa pratensis* und *Festuca rubra*. *Festuca ovina* kommt in Höhenlagen bei normaler Pflege kaum zur Geltung und *Poa pratensis* wird unter dem Konkurrenzdruck von *Agrostis tenuis* und *Festuca rubra* zurückgehalten, zumal wenn hierzu noch *Cynosurus cristatus* und *Phleum pratense* hinzutreten. Dann vermag sich *Poa pratensis* bei ausbleibender mechanischer Belastung nur in geringen Prozentsätzen zu behaupten. Die Nachwirkung eines verschieden hohen Saatanteils an *Poa pratensis* blieb mit 3 bzw. 10% Bestandsanteil bis 1975 interessanterweise erhalten.

Standortspezifisch ist gleichzeitig die Bestandsausbildung von *Cynosurus cristatus* (Ansaat C und D), die in dieser Weise, ebenso wie bei den früher ausgewerteten Sportfeldansaaten, an keinem anderen Standort in Erscheinung tritt.

4. Diskussion der Ergebnisse

Versuchsreihen dieser Art sollten stets bei gleich gerichteter Pflege durchgeführt werden, zumindest was Stickstoffdüngung und Schnitthöhe anbetrifft. Aber schon die klimatischen Verhältnisse des Standorts bewirken bei gleicher Düngung eine

Änderung der Schnittfrequenz, vor allem aber ist bei derartigen ökologischen Versuchsreihen nicht an jeder Versuchsstelle die gleiche versuchstechnische Ausstattung und auch nicht die gleiche Versuchserfahrung vorhanden. Insofern blieb es dem Versuchsansteller überlassen, „einen ortsüblichen“ Pflegeaufwand zu betreiben, wenn keine weitergehende Differenzierung des Versuchsplans wie in Gießen, Berlin oder Heidelberg erfolgte. Hierbei haben sich Reaktionen ergeben, die nachstehende Schlußfolgerungen zulassen:

Alle Standorte haben eine rasentypgemäße Entwicklung der Ansaaten bewirkt, auch wenn lage- und pflegebedingte Differenzierungen eintraten. Der Hauptansaatspartner dieser Versuchsreihe für belastbare Gebrauchs- und Spielrasen, *Poa pratensis*, ist bestandsanalytisch gesehen zwar großen Schwankungen nach Mischung, Standort und Pflege unterworfen, er verfügte 1973 bzw. 1974 jedoch noch über einen genügend großen Narbenanteil, um bei Belastung durch Begehen, Bespielen oder Befahren dominante Narbenanteile zu gewinnen. Denn bei Belastung würde sich der Prozentsatz an *Agrostis tenuis* und *Festuca*-Arten rasch reduzieren.

Aus standörtlicher Sicht traten die höchsten *Poa pratensis*-Anteile in der Rasendecke in Poppenburg, Berlin und Gießen ein. Darüber hinaus läßt der Vergleich der Gießener Ergebnisse bei Beregnung und ohne Beregnung mit der Narbenausbildung in Darmstadt und Heidelberg vermuten, daß der dortige geringere Anteil an *Poa pratensis* auf Förderung von *Agrostis tenuis* durch Beregnung bzw. günstigeren Feuchtigkeitshaushalt an sich zurückgeht. Letzteres trifft besonders für den Standort Rinn zu, wo das ökologische Optimum für *Poa pratensis* bereits überschritten ist. Dieses liegt auch nach diesen Versuchen im binnenländischen Übergangsraum. Eine nachhaltige Wirkung einer höheren Ansaatmenge von *Poa pratensis* wurde festgestellt, sie trat aber nicht auf allen Standorten auf.

Festuca rubra u./o. *Festuca ovina*, die in Vielschnittnarben von Mischungsansaaten nicht mit genügender Genauigkeit voneinander getrennt werden können, weisen noch deutlichere Standortsreaktionen auf. Der Bestandsanteil dieser Arten war in Darmstadt, Berlin, Rinn und Poppenburg am höchsten und in Gießen bei Beregnung geringer als bei der unberegneten Teilserie. Damit wurden die *Festuca*-Arten einerseits auf Sandboden in binnenländischer Lage, trotz Beregnung, andererseits unter den besonderen Bedingungen des Höhenstandorts Rinn, schließlich aber auch bei extensiver Pflege (ohne Beregnung in Gießen, geringes Düngungs- und Schnittniveau in Poppenburg) begünstigt. Dies sind z. T. bekannte, im weiten Standortvergleich jedoch bedeutende Ergebnisse für Zusammensetzung und Ausbildung bzw. Lenkbarkeit von Rasenansaaten.

Für den Standort Rinn ist in diesem Zusammenhang allerdings noch die ökologische Überlegenheit von *Festuca rubra*, insbesondere *Festuca rubra commutata*, gegenüber *Festuca ovina* zu berücksichtigen.

Die höheren Ansprüche von *Agrostis tenuis* an Feuchtigkeit kommen im unmittelbaren Vergleich der Ansaaten bei Beregnung und ohne Beregnung in Gießen zum Ausdruck, sie äußern sich aber auch in Heidelberg und Rinn. Während in Heidelberg vor allem das Zusammenwirken von höherem Niederschlag und Beregnung bei günstiger mikroklimatischer Lage und einem schweren, verdichteten Boden höhere *Agrostis*-Anteile bewirkt haben dürfte, sind in Rinn ausreichend hohe Niederschläge und Höhenlage an sich dafür die entscheidenden Faktoren. In Trockenlagen auf Sandboden wie in Darmstadt oder sogar in Berlin vermochte Beregnung den Anteil an *Agrostis tenuis* nur begrenzt oder nicht zu fördern, obwohl in Darmstadt ausreichende Beregnung gleichzeitig mit einer besonders hohen Schnittfrequenz verbunden war.

Von der Feuchtigkeitseinwirkung in besonderem Maße abhängig erwies sich ferner *Cynosurus cristatus*. Diese Grasart vermochte nennenswerte Bestandsanteile nur bei Beregnung zu gewinnen und zu erhalten, wurde darüber hinaus aber standörtlich besonders in Rinn und durch weniger intensive Pflege in Poppenburg gefördert. Für die Bestandsausbildung derartiger Ansaaten ist die Spielrasenmischung C charakteristisch. Das Verhalten von *Phleum nodosum* und *Phleum pratense* läßt auf der Grundlage dieser Versuche keine klaren Schlüsse

zu, da sich hier geradezu konträre Reaktionen ergaben. So war der Anteil dieser Gräser in Heidelberg unter feuchteren Versuchsbedingungen höher, während in Berlin *Phleum nodosum* auf der unberegneten Versuchsserie größere Bestandsanteile einnahm. In Gießen ist wiederum keine klare Beeinflussung durch Beregnung erkennbar. Doch konnte hier an anderen Versuchsanlagen ein steigender Bestandsanteil beider *Phleum*-Arten trotz Trockenlage und Trockenjahr beobachtet werden, wenn eine feuchte Herbst- oder Frühjahrswitterung Regenerationsmöglichkeiten bot. Auf diese Weise sind in unberegneten Versuchen Anteilszunahmen von 10 auf 40 bis 50 % eingetreten.

Die Einwanderung von Fremdarten war bei allen Ansaaten mit *Agrostis tenuis* gering. Nur bei Ansaat C konnten Fremdarten in Berlin und Gießen auf den unberegneten Flächen stärker eindringen. In Berlin ist Beregnung geradezu eine Voraussetzung, um dichte und stabile Ansaaten für Gebrauchs- und Spielrasen zu erhalten.

Vergleicht man abschließend die Ergebnisse dieser Versuchsreihe mit den Ansaaten für Sportfeldrasen, so sind für *Poa pratensis*, *Phleum pratense*, *Cynosurus cristatus* und *Festuca rubra* (sowie *Festuca ovina*) gleichsinnige Reaktionen auf Standort und Pflege festzustellen.

Zusammenfassung

Es wird über die botanische Entwicklung von 4 Ansaaten für Gebrauchs- und Spielrasen auf 6 verschiedenen Standorten mit einer Nord/Süd-Streuung von fast 1000 km und Unterschieden in der Höhenlage von 45 bis auf 910 m über NN berichtet.

Zwei Ansaaten bestanden aus *A. tenuis*, *F. rubra*, *F. ovina* und differenzierten Anteilen von *P. pratensis*; eine Ansaat enthielt *Ph. nodosum*, *C. cristatus*, *F. rubra* und *P. pratensis* und eine weitere setzte sich aus *A. tenuis*, *Ph. pratense*, *C. cristatus*, *F. rubra* und *P. pratensis* zusammen. Die Versuchsauswertung erfolgte von 1970 bis 1973/74. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

Trotz deutlicher Abweichung in der botanischen Zusammensetzung der Rasennarben zwischen einzelnen Versuchsstandorten, die teilweise auf unterschiedlicher Pflege beruhen, ist an allen Orten insgesamt eine rasentypgemäße Entwicklung eingetreten. Die höchsten Bestandsanteile von *P. pratensis* wurden auf binnenländischen Trockenstandorten gewonnen, die geringsten ergaben sich am Höhenstandort Rinn b. Innsbruck. *F. rubra* (und *F. ovina*) nahmen die höchsten Bestandsanteile auf Sandboden sowie am Höhenstandort Rinn ein. Auch *A. tenuis* gewann den größten Anteil in der Narbe in Rinn, ferner auf schweren, verdichteten Böden bei ausreichender Wasserversorgung. Die Entwicklung von *C. cristatus* erwies sich einerseits von Beregnung, andererseits von einer nicht zu hohen Stickstoffdüngung abhängig. Eine Dominanz des Standorts für *C. cristatus* besteht in Rinn. *Ph. nodosum* und *Ph. pratense* reagierten unsystematisch.

Summary

The article reports on the botanical development of four seed mixtures of ordinary turf and of turf for recreation areas on 6 different sites, distributed in a North/South direction over a distance of nearly 1000 km, with altitudes ranging from 45 to 910 m above sea-level.

Two seed mixtures consisted of *A. tenuis*, *F. rubra*, *F. ovina* and different portions of *P. pratensis*; one mixture contained *Ph. nodosum*, *C. cristatus*, *F. rubra* and *P. pratensis*, and another mixture comprised *A. tenuis*, *Ph. pratense*, *C. cristatus*, *F. rubra* and *P. pratensis*. The experiments which were evaluated from 1970 to 1973/74 showed the following results: In spite of obvious variations in the botanical composition of the turf swards on the different experimental sites, which may be due to different management, the turf developed generally on all the experimental plots according to type. There was a particularly high proportion of *P. pratensis* on dry continental sites, a particularly low proportion, however, on higher altitudes, such as at Rinn near Innsbruck. Particularly high proportions of *F. rubra* (and *F. ovina*) were discovered on sandy soils and on higher altitudes, such as at Rinn. The sward at Rinn also showed the largest proportion of *A. tenuis*. This applies also to heavy, compact soils, provided the water supply was good. The development of *C. cristatus* depended, as the experiment showed, on irrigation and on the application of nitrogen fertilizer. The site at Rinn seems to provoke a dominance of *C. cristatus*. *Ph. nodosum* and *Ph. pratense* reacted unsystematically.

Bestandsausbildung von Rasenansaaten unter verschiedenen Versuchsbedingungen

III. Ansaaten für Zierrasen

W. Skirde, Gießen

1. Einleitung und Problemstellung

Die Nutzungsfunktion von Zierrasen ist eindeutig auf den optischen Aspekt gerichtet. Zierrasen bilden deshalb einen wesentlichen Bestandteil des Repräsentationsgrüns, wo ästhetische Gesichtspunkte im Vordergrund stehen.

Zierrasen – im klassischen Sinne von Gazons – setzen einerseits eine entsprechende Grasartenwahl voraus und bedingen zum anderen, um den Ziereffekt zu erfüllen, eine regelmäßige und auf hohem Niveau stehende Pflege. Zierrasen-gräser müssen imstande sein, eine dichte, teppichartige, farbintensive, tiefschnittverträgliche Rasennarbe zu bilden und die Pflege ist darauf zu richten, diese Eigenschaften voll zur Entfaltung zu bringen. Demzufolge ist der Pflegeaufwand echter Zierrasenflächen hoch, ihr Umfang entsprechend gering.

Zierrasen-gräser im genannten Sinne sind vor allem die Agrostis-Arten sowie Festuca rubra, insbesondere des horstbildenden und kurzausläufertreibenden Formenkreises (Anonym, 1975). Festuca ovina erscheint für intensiv gepflegte Zierrasen wegen der geringen Konkurrenzfähigkeit gegenüber Agrostis dagegen weniger geeignet. Die Verwendung von Poa pratensis in derartigen Ansaaten hängt vom Vorhandensein in Farbe, Blattbreite und Krankheitsresistenz passender Zuchtsorten ab.

Im folgenden wird über Versuchsergebnisse berichtet, die an denselben Versuchsstandorten *) wie für Sportfeldrasen sowie bei Ansaaten für Gebrauchs- und Spielrasen gewonnen wurden.

2. Versuchsbedingungen

Die Ansaaten für Zierrasen dieser ökologischen Auswertungsreihe stützen sich auf das gleiche Ansaatverhältnis von Agrostis und Festuca rubra, allerdings bei Wechsel der Agrostis-Art. Auf diese Weise kann dem Zierrasen ein jeweils spezifischer Farbton verliehen werden, der bei Verwendung von Agrostis canina canina hell-gelbgrün, bei Agrostis stolonifera bläulich-grün und bei Agrostis tenuis sattgrün ist. Die Zusammensetzung der Ansaatmischungen, bei 15 g/m² Aussaatmenge, war folgende:

Ansaat A:

20 % Agrostis canina canina – Novobent
40 % Festuca rubra – Topie
40 % Festuca rubra – Oase

Ansaat B:

20 % Agrostis stolonifera – Penncross
40 % Festuca rubra – Topie
40 % Festuca rubra – Oase

Ansaat C:

20 % Agrostis tenuis – Holfior
40 % Festuca rubra – Topie
40 % Festuca rubra – Oase

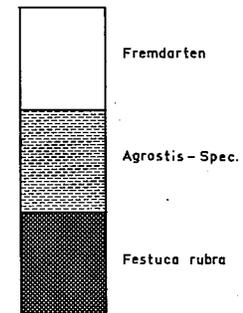
Die Versuchsbedingungen entsprechen denen wie sie in Teil I und II dieser Auswertungsreihe bereits beschrieben sind. Abweichungen ergaben sich lediglich in Darmstadt, wo Zierrasen unter Tiefschnitteinfluß (1,5 cm) geprüft wurde. Alle anderen Versuche unterlagen, soweit keine besonderen Hinweise erfolgen, einer Schnitthöhe von 3–4 cm.

3. Ergebnisse

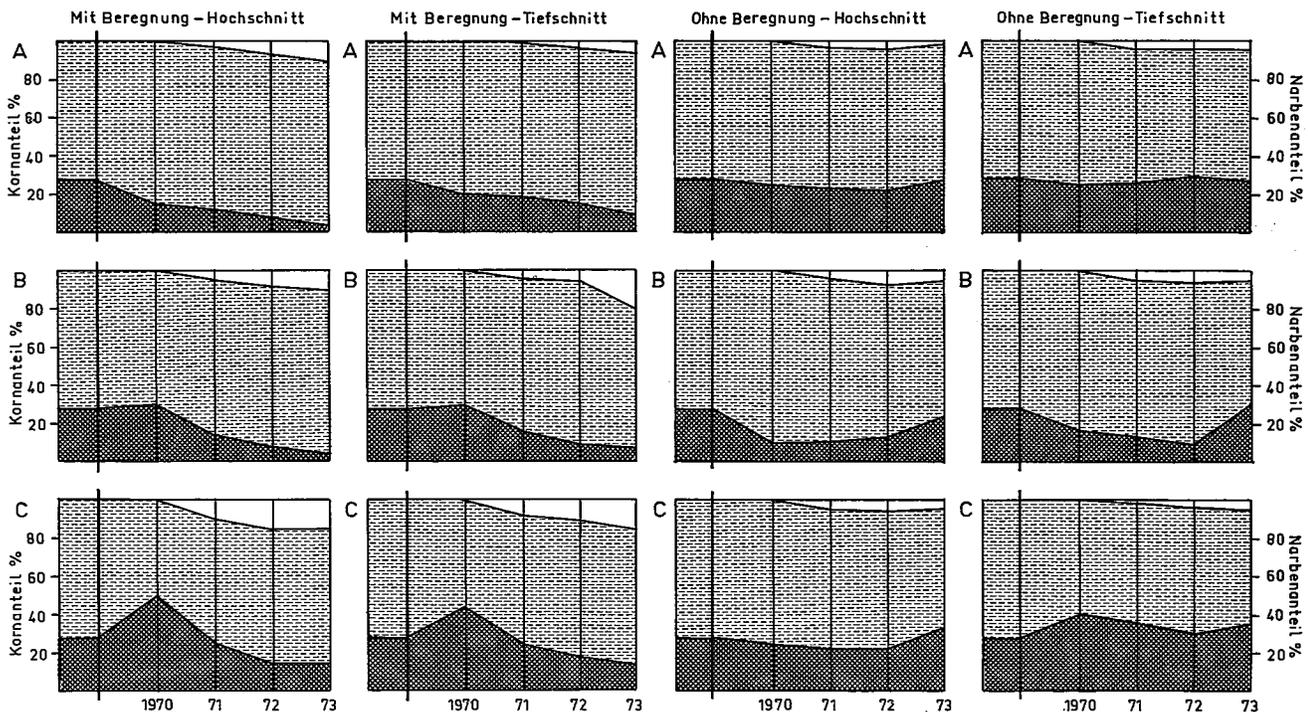
3.1. Standort Leihgestern b. Gießen

Die Bestandsausbildung der Ansaaten von Zierrasen läßt über den Zeitraum von 4 Versuchsjahren auf den ersten Blick keine gravierenden Unterschiede erkennen (Darst. 1). Alle Ansaaten und Behandlungen weisen eine klare Agrostis-Dominanz auf. Im einzelnen ergeben sich jedoch folgende Unterschiede:

Zeichenerklärung



Darst. 1: Bestandsausbildung von Ansaaten für Zierrasen, Standort Giessen



Bei der berechneten Teilserie verringerte sich der Festuca-Anteil vom Ansaatjahr an, wo er besonders bei der Mischung mit *Agrostis tenuis* (Ansaat C) mit anfänglich 40–50 % ein beachtliches Ausmaß erreichte, systematisch, und zwar unabhängig von der Schnitthöhe. Im Herbst 1973 war *Festuca rubra* nur noch mit 4–15 % in der Rasennarbe enthalten, die *Agrostis*-Gräser hatten sich demgegenüber entsprechend stark ausgebreitet. Dabei lag der Anteil an *Agrostis canina* und *Agrostis stolonifera* etwa auf gleicher Höhe. Er war bei *Agrostis tenuis* dagegen geringer, was neben dem höheren Festuca-Anteil auch auf stärkeres Eindringen von Fremdarten zurückgeht, die vor allem in Ansaat A mit *Agrostis canina* weniger auftraten. Im ganzen prägte sich bei Beregnung zunehmend stark eine an *Agrostis* dominante Narbe aus, die bei diesem Pflegeregime allerdings einer größer werdenden Verunreinigung, insbesondere durch *Poa annua*, ausgesetzt war.

Bei der unberechneten Serie dieses Versuches blieb der anfängliche Anteil an *Festuca rubra* demgegenüber nicht nur erhalten, sondern von dem Trockenjahr 1973 an fand auch ein deutlicher Anstieg des Rotschwengelbesatzes statt, der sich auch über die trockenen Vegetationsperioden von 1974 und 1975 hinweg noch verstärkte. Demzufolge herrscht zu Ende des Jahres 1975 bei allen unberechneten Ansaaten *Festuca rubra*-Dominanz, bei Beregnung hingegen *Agrostis*-Dominanz vor (Tab. 1). Dabei zeigt sich allerdings, daß *Agrostis canina* an diesem Standort imstande war, auch bei Häufung von Trockenperioden noch einen nennenswerten Bestandsanteil zu erhalten. Andererseits kommen bei der unberechneten Teilserie die unterschiedlichen Konkurrenzverhältnisse der *Agrostis*-Arten anschaulich zum Ausdruck, indem *Agrostis stolonifera* in den ersten Versuchsjahren den eindeutig höchsten Narbenanteil erreichte.

Das Eindringen von Fremdarten, insbesondere von *Poa annua*, wurde bei ausbleibender Beregnung eingeschränkt. Ausbleibende Beregnung hatte allerdings über längere Zeiträume eine beträchtliche Störung des Rasenaspekts durch Trockenschäden zur Folge.

Aus der Differenzierung der Schnitthöhe lassen sich keine klaren Schlüsse ziehen.

Tabelle 1:

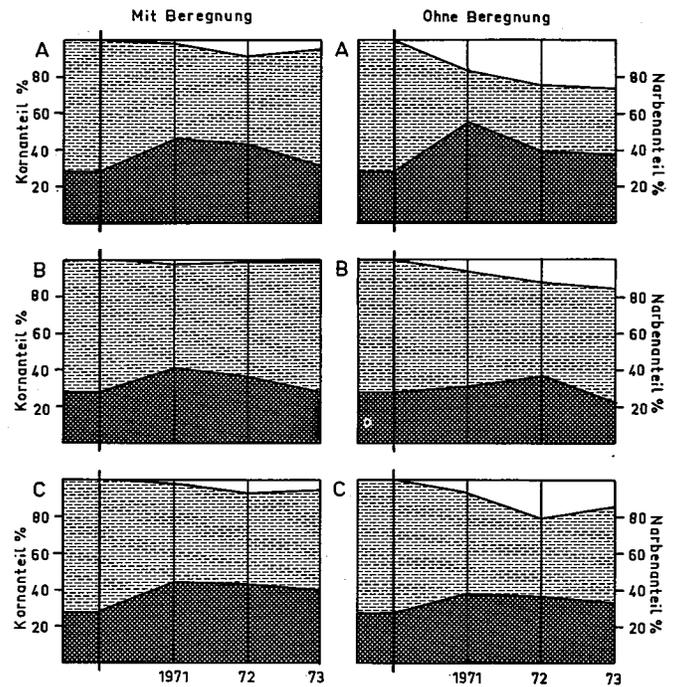
Dominante Grasart(en) in den Versuchsansaaten nach Einwirkung mehrerer Trockensommer (Stand 20. 9. 1975)				
Ansaat	Ohne Beregnung		Mit Beregnung	
	Hochschnitt	Tiefschnitt	Tiefschnitt	Hochschnitt
A	<i>A. canina</i>	<i>A. canina</i>	<i>F. rubra</i>	<i>F. rubra</i>
B	<i>A. stolonifera</i>	<i>A. stolonifera</i>	<i>F. rubra</i>	<i>A. canina</i>
C	<i>A. tenuis</i>	<i>A. tenuis</i>	<i>F. rubra</i>	<i>F. rubra</i>

3.2. Standort Berlin

Ähnlich der Entwicklung der Ansaaten für Gebrauchs- und Spielrasen weisen in Berlin auch die Zierrasenansaaten einen offensichtlich standortgebunden hohen Anteil an *Festuca rubra* auf, der sich unter dem Einfluß ausreichender Wasserversorgung im Verlauf der Versuchsperiode nur wenig verringert hat. Entsprechend stieg der Anteil an *Agrostis* an, der Prozentsatz an Fremdarten aber blieb bei Beregnung gering (Darst. 2). Im Vergleich der *Agrostis*-Arten konnte *Agrostis stolonifera*-Pennncross den größten Bestandsanteil bewahren. Dies trifft auch für den unberechneten Teil des Versuches zu, wo *Agrostis canina* anteilmäßig der Konkurrenzart *Festuca rubra* unterlegen ist.

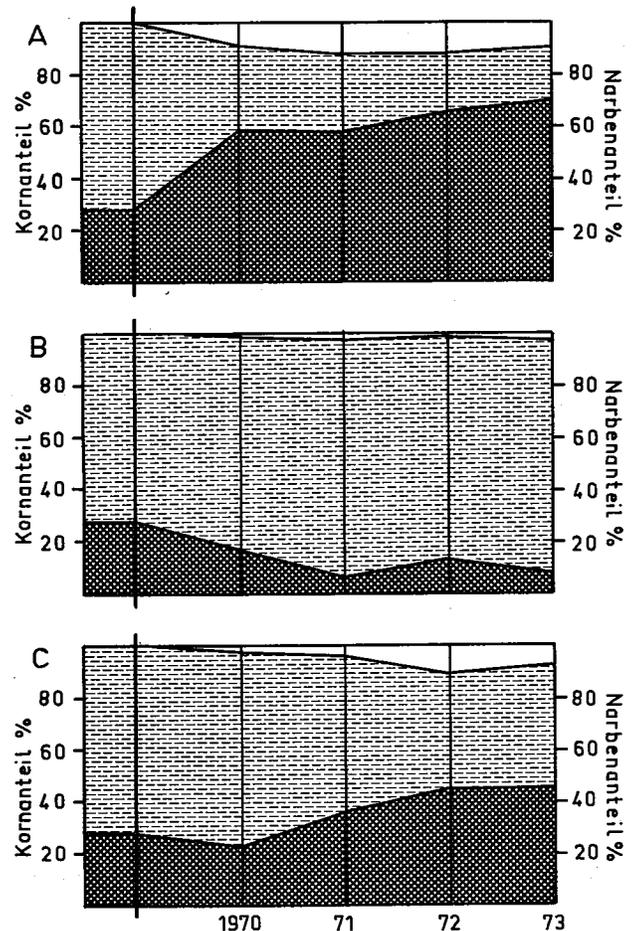
Bemerkenswert erscheinen hier 2 Reaktionen: einmal der gegenüber Beregnung bis 1973 keineswegs gestiegene Prozentsatz an *Festuca rubra*, der erst im weiteren Verlauf bis zum Herbst 1975 auf der unberechneten Serie deutlich zugenommen hat, so daß die Anteile für *Agrostis* bzw. *Festuca rubra* nun in Ansaat A bei 15 bzw. 62 %, in Ansaat B bei 30 bzw. 47 % und bei Ansaat C bei 35 bzw. 37 % liegen; zum anderen das starke Eindringen von Fremdarten, das wiederum in Übereinstimmung zu den Ansaaten für Gebrauchs- und Spielrasen steht. Bei den Fremdarten, die sich stärker ausbreiten konnten, handelt es sich mit Ausnahme von *Taraxacum officinale* und *Stellaria media* insbesondere um Ansaatarten anderer Mischungstypen. Dabei muß die stärkere Beeinträchtigung des unberechneten Versuchsteiles durch Überschwem-

Darst. 2: Bestandsausbildung von Ansaaten für Zierrasen, Standort Berlin



mung im Ansaatjahr in Betracht gezogen werden. Später erhielten die Fremdarten offensichtlich aufgrund der geringen Narbendichte der unberechneten Versuchsserie bessere Möglichkeiten sich stärker auszubreiten (Tab. 2).

Darst. 3: Bestandsbildung von Ansaaten für Zierrasen, Standort Poppenburg



Somit führt auch diese Auswertung zu dem Ergebnis, daß unter den Bedingungen des Versuchsstandortes Berlin Anlagen für Intensivrasen nur bei Beregnung funktionsgerecht geschaffen und erhalten werden können. Dies trifft insbesondere für Zierrasen auf der Grundlage von *Agrostis*-Arten mit ihrem höheren Feuchtigkeitsanspruch zu.

Tabelle 2:

	Deckungsgrad (f. %) der Versuchsansaaten, Standort Berlin					
	Mit Beregnung			Ohne Beregnung		
	1971	1972	1973	1971	1972	1973
A	100	98	100	93	94	93
B	100	98	99	80	96	94
C	100	96	98	78	94	91

3.3. Standort Poppenburg

Die Entwicklung der Zierrasenansaaten in Poppenburg wurde durch den geringeren Pflegeaufwand geprägt, indem eine Beregnung ausblieb und Stickstoffmenge sowie Schnittfrequenz geringer waren. Dadurch kommt das Konkurrenzverhalten der einzelnen *Agrostis*-Gräser, das im allgemeinen bei intensiver Pflege, insbesondere bei Beregnung, stark nivelliert wird, besser zum Ausdruck (Darst. 3).

Es ergibt sich nämlich, daß *Agrostis stolonifera* mit etwa 90 % den absolut höchsten Bestandsanteil erreicht hat, während *Agrostis tenuis* und *Agrostis canina canina* mit 40–50 bzw. 20–25 % in den Versuchsjahren 1972 und 1973 weit darunter liegen. Im umgekehrten Verhältnis zu *Agrostis* steht der Anteil an *Festuca rubra* und das Eindringen von Fremdarten, das bei *Agrostis stolonifera* am geringsten und bei *Agrostis canina* am höchsten ist.

Die Narbe selbst war bei allen Ansaaten, abgesehen von einer zögernden, die Fremdarteneinwanderung fördernden Narbenbildung bei den Ansaaten A und C mit *Agrostis canina* und *Agrostis tenuis*, gut geschlossen.

3.4. Standort Darmstadt

Eine ähnliche Relation im Bestandsanteil der *Agrostis*-Arten, allerdings bei höherem Pflegeniveau, liegt bei der Versuchsdurchführung in Darmstadt vor. Deutlich kommt wiederum die stärkere Bestandsausbildung von *Agrostis stolonifera* in Ansaat B zum Ausdruck, während *Agrostis canina canina* von Anbeginn nur relativ geringe Prozentsätze in der Narbe erreichte (Darst. 4). Die Ursache für diese bei recht intensiver Pflege abweichende Reaktion ist nicht sicher ergründbar. Von Einfluß kann sowohl der anstehende, rasch austrocknende Sandboden als auch die späte Ansaat im Herbst 1970 gewesen sein, die möglicherweise verschiedene Ausgangsbe-

dingungen geschaffen hat. *Agrostis stolonifera* und *Agrostis tenuis* haben dagegen, durch gute Pflege gefördert, einen für Zierrasen angemessenen hohen und verhältnismäßig stabilen Narbenanteil geschaffen.

3.5. Standort Heidelberg

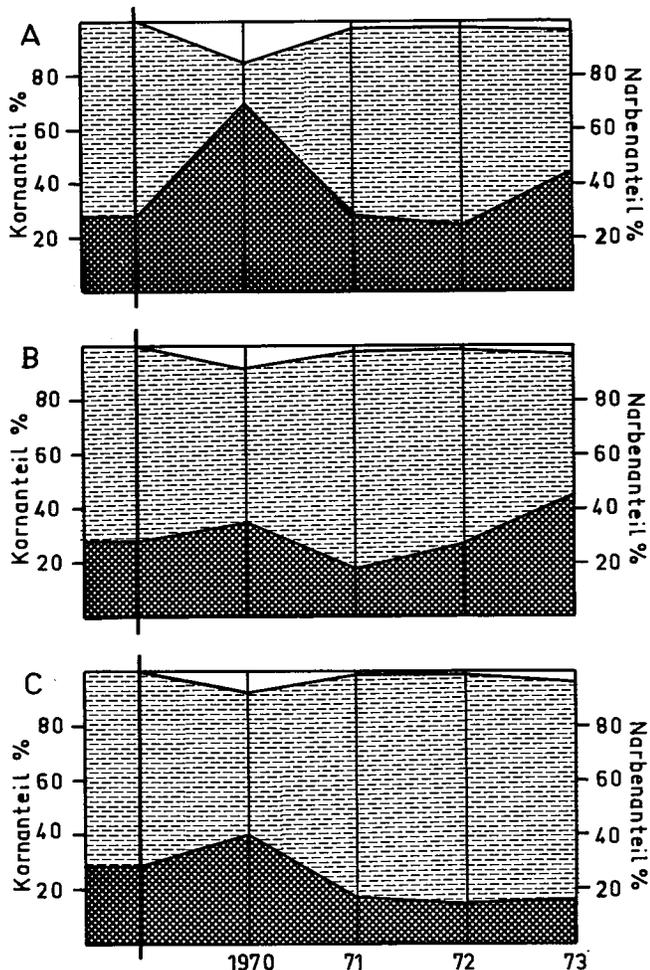
Auch in Heidelberg zeigen sich die Unterschiede in ähnlicher Weise wie sie in Berlin und Darmstadt eintraten (Darst. 4). Der Anteil an *Agrostis canina* war anfänglich geringer, hat im Jahre 1974 aber stark zugenommen, während zwischen *Agrostis stolonifera* in Ansaat B und *Agrostis tenuis* in Ansaat C klare Abweichungen kaum festzustellen sind. Abgesehen von *Agrostis canina* in Ansaat A war der *Agrostis*-Anteil der Zierrasenansaaten von Anbeginn hoch, was als Zeichen günstiger Feuchtigkeitsversorgung und ausreichend intensiver Pflege zu betrachten ist.

3.6. Standort Rinn b. Innsbruck

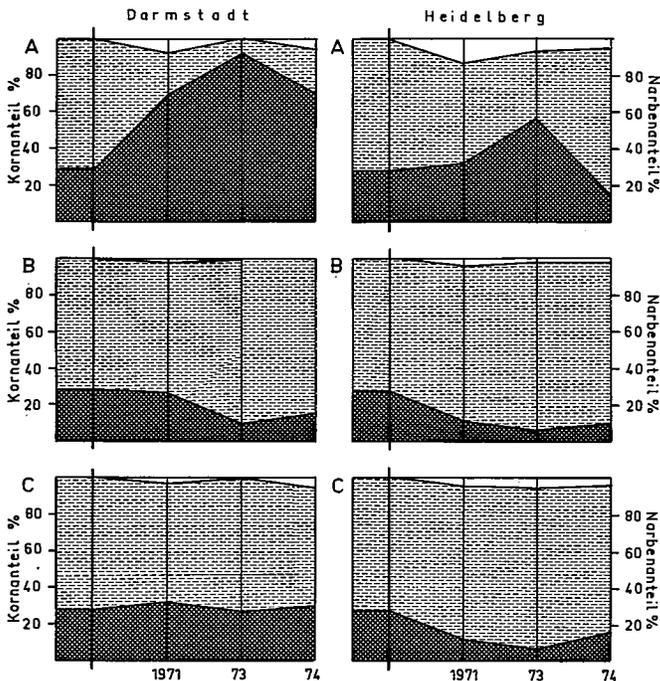
Der Höhenstandort Rinn spiegelt in der Entwicklung der Zierrasenansaaten einerseits die *Agrostis*-Dominanz des Standorts, andererseits aber auch das ökologisch bedingte Beharrungsvermögen von *Festuca rubra* wider (Darst. 5).

In Ansaat A hat *Agrostis canina canina*, von relativ geringen Anteilen im Ansaatjahr ausgehend, in den späteren Jahren stark zugenommen; der Anteil betrug im Herbst 1975 etwa 70 %. Im Vergleich der Ansaaten B und C erscheint dagegen das gegenüber den anderen Standorten abweichende Verhalten von *Agrostis stolonifera* bemerkenswert, indem hier *Agrostis tenuis* einen höheren Prozentsatz einnimmt. Zieht man dazu allerdings die Weiterentwicklung der Bestände in Betracht, dann haben sich beide Ansaaten, von 1974 beginnend, bis zum Herbst 1975 auf dem Niveau von 80 bis 90 % angeglichen. Die Ursache der temporären Anteilsverschiebung von *Agrostis stolonifera*, aber auch von *Agrostis canina canina*, die von KÖCK (1974) am gleichen Standort bereits bei älteren

Darst. 5: Bestandsausbildung von Ansaaten für Zierrasen, Standort Rinn



Darst. 4: Bestandsausbildung von Ansaaten für Zierrasen, Standorte Darmstadt u. Heidelberg



Versuchen beobachtet wurde, dürfte auf den extrem hohen Befall mit Winterkrankheiten zurückgehen, von denen *Agrostis tenuis* weniger stark betroffen wird.

4. Diskussion der Ergebnisse

Faßt man die Ergebnisse dieser Versuchsserie mit einer prozentual konstanten Ansaatmischung für Zierrasen bei Wechsel der *Agrostis*-Art zusammen, dann ergibt sich ein deutlicher Anteilsunterschied der einzelnen *Agrostis*-Gräser bzw. ihrer Sorten. Diese Anteilsunterschiede sind im ganzen zugleich Ausdruck verschiedener Konkurrenzfähigkeit.

Den größten Bestandsanteil nahm im Mittel *Agrostis stolonifera*-Pennecross gefolgt von *Agrostis tenuis*-Holfior ein. Als am konkurrenzschwächsten erwies sich gegenüber *Festuca rubra* dagegen *Agrostis canina canina*. Das sind Ergebnisse, die in ähnlicher Weise schon in einer früheren ökologischen Versuchsreihe mit Sorten von *Agrostis*-Arten in Reinsaat und Mischungen gewonnen wurden (SKIRDE, 1969). Besonders geringe Bestandsanteile erreichte *Agrostis canina canina* in Poppenburg und Darmstadt, aber auch auf der unberegneten Teilfläche in Berlin. Da sich dieses Verhalten unter verschiedenen Pflegebedingungen einstellte, sind die Ursachen hier letztlich nicht zu klären.

Agrostis tenuis blieb, mit Ausnahme des Höhenstandorts Rinn, deutlich hinter *Agrostis stolonifera* zurück, wodurch sich der große Konkurrenzdruck dieser Art bestätigte. Er wurde nur in Rinn durch starken Befall mit Winterkrankheiten, der das Ergrünen im Frühjahr gegenüber *Festuca rubra* weiter hinauszögert, gemindert. Bezüglich *Festuca rubra* läßt sich auch nach dieser Versuchsreihe feststellen, daß dessen bestandsanalytisches Verhalten eine Förderung auf Sandboden (Berlin, Darmstadt), bei geringerem Pflegeniveau (Poppenburg), bei ausbleibender Beregnung in Trockenlagen (Gießen) und in Höhenlagen erfährt. Das sind Ergebnisse, die bekannte Erfahrungen und Reaktionen ökophysiologischer und pflegetechnischer Einzelfaktorenversuche bestätigen (SKIRDE, 1974).

Zusammenfassung

Es wird über Ergebnisse von Ansaaten für Zierrasen berichtet, die an den gleichen Standorten und unter den entsprechenden Versuchsbedingungen stattfanden, wie sie in Teil I und II dieser Arbeit beschrieben wurden. Die 3 Ansaaten für Zierrasen setzten sich aus 80% *F. rubra* (Topie, Oase) sowie aus 20% *Agrostis* zusammen. Dabei wurde die *Agrostis*-Art gewechselt. Somit besteht der Unterschied der Ansaaten in der Wahl der *Agrostis*-Art.

Bei dieser Versuchsanstellung erwies sich *A. stolonifera*-Pennecross durchweg als dominant, während *A. canina canina*-Novobent an allen Standorten den geringsten Bestandanteil erreichte. Es traten aber Standortsunterschiede auf, die sich nicht deuten lassen.

A. tenuis-Holfior nahm im Bestandsanteil eine Mittelstellung ein, konnte in einzelnen Fällen jedoch das Niveau von Pennecross erreichen. Höhere Anteile an *F. rubra* ergaben sich auf Sandboden, bei weniger intensiver Pflege und unter dem Einfluß eines Höhenstandortes.

Literatur

1. ANONYM, 1975: Beschrijvende Rassenlijst voor Landbouwgewassen 1975. Instituut voor Rassenonderzoek Wageningen, Postbus 32, 320 S.
2. BUNDESSORTENAMT, 1975: Beschreibende Sortenliste 1975 – Rasengräser. Alfred Strothe Verlag, Hannover, 140 S.
3. BOEKER, P. u. W. OPITZ v. BOBERFELD, 1973: Rückwirkungen von verschiedenen Schnittsystemen auf die Pflanzenbestände von Rasen bei variiertem Stickstoffdüngung. RASEN - TURF - GAZON 4, 5–8.
4. KERN, J., 1972: Konkurrenzverhalten von Rasengräserzüchtungen in Beziehung zu anderen Raseneigenschaften. RASEN - TURF - GAZON 3, 37–44.
5. KÖCK, L., 1974: Versuchsergebnisse über Rasengräser-Sorten und ihr Verhalten in Mischungen. RASEN - TURF - GAZON 5, 35–38.
6. POMMER, G., 1972: Art- und sortenbedingte Variation von Rasengräsern. RASEN - TURF - GAZON 3, 89–93.
7. SKIRDE, W., 1969: Verhalten von Sorten in Mischungen. Rasen und Rasengräser 6, 15–21.
8. SKIRDE, W., 1970: Mischungstypen für Rasenanlagen. Kali-Briefe; Fachgebiet 4, 6. Folge, 1–12.
9. SKIRDE, W., 1974: Einführung in DIN 18 917 „Landschaftsbau – Rasen“. Das Gartenamt 23, 265–271.
10. SKIRDE, W., 1975: Bestandsausbildung von Rasenansaaten unter verschiedenen Versuchsbedingungen. I. Sportfeldrasen. RASEN - TURF - GAZON 5, 35–38.

Summary

These are the results of the experiments carried out with ornamental lawns. They had been sown on the sites and under the experimental conditions as described in part I and II of this article. The ornamental lawns were sown in three mixtures, comprising 80 per cent *F. rubra* (Topie, Oase) and 20 per cent *Agrostis*, with the *Agrostis* species being inter-changed. The seed sown differs consequently only in the *Agrostis* species chosen.

As it appeared in this experiment, *A. stolonifera*-Pennecross dominated everywhere, *A. canina*-Novobent, however, represented the lowest proportion on all the sites. But there were other differences due to site, which cannot be explained. *A. tenuis*-Holfior represented an average proportion and reached, occasionally even the level of Pennecross. On sandy soils, with less intensive management and on higher altitudes, there was a higher proportion of *F. rubra*.

Die botanische Zusammensetzung der Rasenflächen im Gelände der Bundesgartenschau Mannheim 1975

W. Opitz von Boberfeld, Bonn

1. EINLEITUNG

Ähnlich wie auf früheren Bundesgartenschauen und sonstigen öffentlichen Grünanlagen, wird auch ein großer Teil der beiden überwiegend neu geschaffenen Ausstellungsflächen im Herzogenried, Gesamtfläche ca. 27 ha davon ca. 4 ha Rasen (SCHUBERT, 1975), sowie im Luisenpark, Gesamtfläche ca. 43 ha davon ca. 21 ha Rasen (FOX, 1975), von Rasenflächen eingenommen. Ziel dieses Beitrages ist es, ähnlich wie auf anderen Gartenbauausstellungen bereits geschehen (BOEKER u. OPITZ v. BOBERFELD, 1971; OPITZ v. BOBERFELD, 1973, 1974), die Eigenschaften der Rasenflächen herauszustellen, um damit Anregungen für die Gestaltung zukünftiger Rasenflächen in öffentlichen Grünanlagen zu geben.

2. MATERIAL und METHODIK

Die Vegetationsaufnahmen im Herzogenried wurden am 1. 10. 1975 und die im Luisenpark am 2. 10. 1975 erstellt. Somit ist eine Vergleichbarkeit der Flächen in Mannheim wie

auch die Vergleichbarkeit zu früheren Berichten (OPITZ v. BOBERFELD; 1973, 1974) über andere Ausstellungsflächen gegeben. Festgestellt wurde der Anteil einzelner Arten an der Bodendeckung. Die Anteile erscheinen in den Tabellen 3 und 4 als Prozentangaben. Nur spurenweises Auftreten einzelner Arten wird durch das Symbol „+“ zum Ausdruck gebracht. Jeder in den Tabellen wiedergegebene Wert stellt ein Mittel aus vier Einzelbeobachtungen dar. Grundlage dieser Ausführungen sind somit insgesamt 68 Vegetationsaufnahmen. Die Lage der untersuchten Flächen ist aus den Darstellungen 1 und 2 zu ersehen.

Die Aussaat erfolgte zum überwiegenden Teil vom Sommer 1974 ab bis hin zum Frühjahr 1975. Durch eine gute Beschilderung und zusätzliche Nachfragen bei den Saatgutlieferanten sind auch für nahezu sämtliche neu erstellten Rasenflächen Angaben zu den Saatmischungen möglich. Die Saatmischungen und Saattmengen sind in den Tabellen 1 und 2 zusammengestellt.

Tabelle 1: Saatmischungen (in Gew.-%) und Saatstärke (in g/m²) im Herzogenried

Flächen-Nr.	1	2	5
<i>Agrostis tenuis</i> ASTORIA	5	5	5
<i>Cynosurus cristatus</i> NZ			10
<i>Cynosurus cristatus</i> ROZNOWSKA	10	10	
<i>Festuca rubra commutata</i> TOPIE	17	17	17
<i>Festuca rubra rubra</i> QASE	10	10	10
<i>Phleum nodosum</i> S 50	3	3	3
<i>Poa pratensis</i> ARISTA	25	25	25
<i>Poa pratensis</i> MERION	30	30	30
Saatstärke	20	20	20

3. ERGEBNISSE

3.1. Herzogenried

Die Flächen 1 und 2 – Tabelle 3 und Darstellung 1 – liegen am Eingang Hochuferstraße, sie weisen die gleiche Saatmischung auf – Tabelle 1. Der *Agrostis tenuis*-Anteil schwankt zwischen den Einzelaufnahmen der Fläche 1 von 5 bis 43%. Auch auf der Fläche 2 schwankt die Zusammensetzung der Narbe zwischen den Einzelaufnahmen beträchtlich. Bei der

Tabelle 2: Saatmischungen (in Gew.-%) und Saatstärke (in g/m²) im Luisenpark

Flächen-Nr.	7	9	10	11	12	13	15	16
<i>Agrostis tenuis</i> TRACENTA			8	8	8			
<i>Cynosurus cristatus</i> CREDO	10							10
<i>Festuca ovina duriuscula</i> BILJART			12	12	12			
<i>Festuca rubra commutata</i> GOLFRÖÖD	25	25	35	35	35	25	40	25
<i>Festuca rubra commutata</i> TOPIE								30
<i>Festuca rubra rubra</i> DAWSON	10	10	20	20	20	10	20	10
<i>Lolium perenne</i> NFG			20					
<i>Poa pratensis</i> BARON	15	15					20	15
<i>Poa pratensis</i> MERION	40	30						40
<i>Poa pratensis</i> OLYMPRISP								20
<i>Poa pratensis</i> UNION			25	25	25	35		
Saatstärke	20	20	20	20	20	20	20	20

Tabelle 3: Deckungsgrade einzelner Arten auf den Rasenflächen im Herzogenried

Flächen-Nr.	1	2	3	4	5	6
<i>Agrostis tenuis</i>	23	20		7	2	6
<i>Cynosurus cristatus</i>	11	5	15	2	2	+
<i>Festuca rubra</i>	6	9	2	34	33	17
<i>Holcus lanatus</i>				+		
<i>Lolium perenne</i>			9	+	38	
<i>Phleum nodosum</i>	5	4	+	7	1	13
<i>Poa annua</i>	18	29	71	21	14	21
<i>Poa pratensis</i>	36	33	2	29	10	41
<i>Poa trivialis</i>			1		+	+
<i>Trifolium dubium</i>				+		
<i>Trifolium repens</i>	+		+	+	+	+
<i>Bellis perennis</i>			+			
<i>Geranium pusillum</i>					+	
<i>Glechoma hederacea</i>	+	+				+
<i>Plantago maior</i>	1	+	+	+	+	2
<i>Plantago media</i>			+			
<i>Polygonum persicaria</i>					+	
<i>Prunella vulgaris</i>	+	+				
<i>Ranunculus repens</i>	+			+	+	+
<i>Rumex obtusifolius</i>					+	+
<i>Sonchus oleraceus</i>					+	+
<i>Stellaria media</i>					+	+
<i>Taraxacum officinale</i>					+	+
<i>Veronica filiformis</i>			+			

Fläche 3 handelt es sich um einen Sportplatz mit einer alten Rasennarbe. Hauptbestandsbildner ist hier *Poa annua*. Die Fläche 4 liegt zwischen dem See und den Sommerblumen. Da zwischen den Aufnahmen einzelner Teilflächen größere Abweichungen in der Zusammensetzung der Narbe festzustellen sind, sind Abschnitte dieser Fläche vermutlich mit verschiedenen Mischungen und/oder zu verschiedenen Zeiten angesät worden. Hauptbestandsbildner ist hier *Festuca rubra*, was wahrscheinlich auf weniger intensive Düngungsmaßnahmen in einzelnen Zeitabschnitten zurückzuführen ist. Den Berg an der Multihalle stellt die Fläche 5 dar. Saatmischung und Zusammensetzung der Rasennarbe stehen hier nicht im Einklang – Tabellen 1 und 3, da *Lolium perenne* der Hauptbestandsbildner ist, obwohl diese Art nicht in der Saatmischung aufgeführt ist. Um Erosionen einzuschränken, ist es in derartigen Fällen auch sachgerecht, gute Sorten von *Lolium perenne* zur Aussaat zu bringen (POMMER, 1972). *Poa pratensis* ist die vorherrschende Art auf der Fläche 6, die an die Rosenvergleichsschau grenzt.

3.2. Luisenpark

Die Fläche 7 liegt am Eingang im Unteren Luisenpark – Ta-

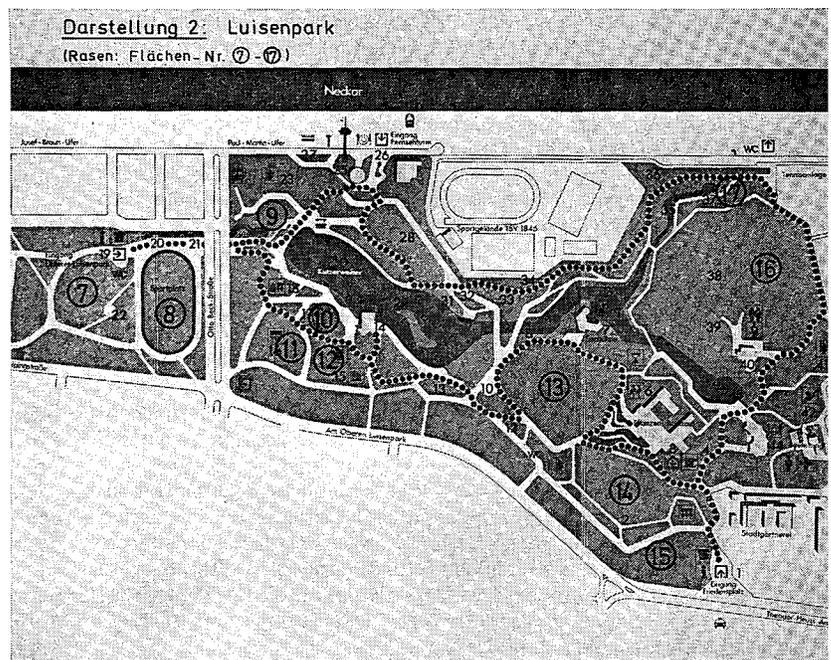
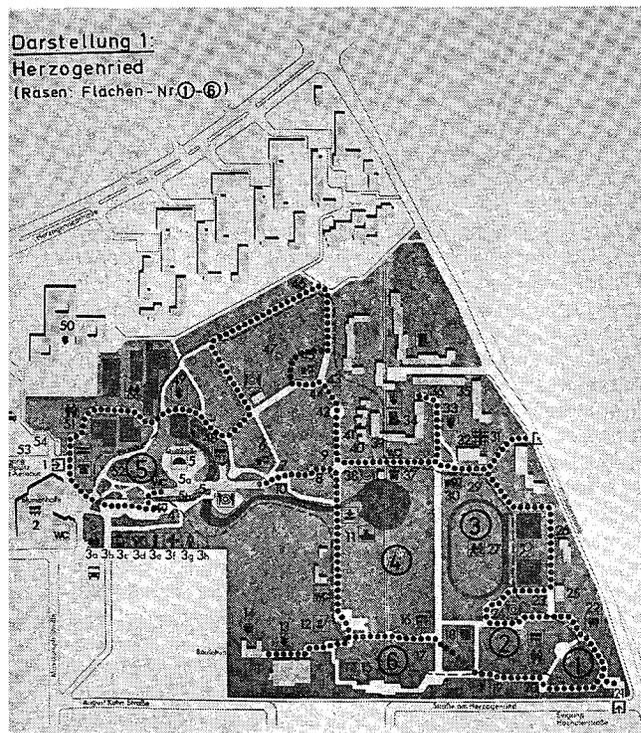


Tabelle 4: Deckungsgrade einzelner Arten auf den Rasenflächen im Luisenpark

Flächen-Nr.	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>Agrostis stolonifera</i>											+
<i>Agrostis tenuis</i>	+			73	83	82		75	+		15
<i>Cynosurus cristatus</i>	+	+									1
<i>Festuca ovina</i>					+	+	+				
<i>Festuca rubra</i>	23	46	3	+	12	29		+	44	6	31
<i>Holcus lanatus</i>								1			
<i>Lolium perenne</i>	+	58	6		+						
<i>Phleum nodosum</i>	+	+									
<i>Poa annua</i>	54	32	4	15	10	6	56	24	3	17	8
<i>Poa pratensis</i>	23	9	41	9	7	+	15	+	53	76	46
<i>Poa trivialis</i>	+	1		+	+	+		+	+	+	
<i>Trifolium repens</i>										+	+
<i>Achillea millefolium</i>											+
<i>Bellis perennis</i>	+			+	+		+				+
<i>Cardamine pratensis</i>								+			
<i>Glechoma hederacea</i>	+			+			+				
<i>Plantago maior</i>	+			+	+	+	+	+	+	+	
<i>Prunella vulgaris</i>				3	+	+	+	+	+	+	
<i>Ranunculus repens</i>				+	+	+	+				+
<i>Rumex obtusifolius</i>											+
<i>Stellaria media</i>	+								+		
<i>Taraxacum officinale</i>											+
<i>Veronica filiformis</i>					+			+	+		

bellens 2 und 4 sowie Darstellung 2; Hauptbestandbildner ist hier *Poa annua* vermutlich verursacht durch starken Schatteneinfluß. Bei der Fläche 8 handelt es sich um den Sportplatz im unteren Luisenpark. Der Anteil nicht von Pflanzen bedeckter Oberfläche beträgt hier 25%, was anscheinend vor allem auf erhebliche Strapazierung zurückzuführen ist. Die Fläche 9 liegt am Fernmeldeturm und ist hügelig; auch hier ist die Aufnahme von *Lolium perenne* in die Saatmischung zur Einschränkung von Erosionen als sachgerecht zu beurteilen. Die Narbe ist hier allerdings noch sehr offen, was mit einer sehr späten Ansaat oder/und nicht ausreichender Nährstoffverfügbarkeit zu erklären ist. Die Flächen 10 bis 12 liegen zwischen dem Gärtnermarkt und dem Dahliengarten. Hauptbestandbildner ist hier jeweils *Agrostis tenuis*. Von der mit zur Aussaat gelangten Art *Festuca ovina duriuscula* sind nur Spuren noch festzustellen. Zwischen der Doppelbrücke und den Wasserbecken liegt die Fläche 13. Der beachtliche und stark variierende Anteil von *Poa annua* ist wahrscheinlich vorwiegend auf Schatteneinfluß und weniger auf verschiedene Maßnahmen zur Rasentragschichtverbesserung vor der Aussaat zurückzuführen. Die Fläche 14 liegt zwischen den Wasserbecken und dem Staudental. Bei dieser Fläche handelt es sich um eine ältere Rasenfläche, die nicht für die Ausstellung neu angelegt wurde. Hauptbestandbildner ist dort *Agrostis tenuis*. Am Eingang Friedensplatz liegt die Fläche 15; Hauptbestandbildner sind hier *Poa pratensis* und *Festuca rubra*. Die Fläche 16 ist als Große Wiese gekennzeichnet; dieser Bereich wird durch die Besucher stark strapaziert und weist trotzdem einen guten Aspekt auf. Zusammensetzung der Narbe sowie der Aspekt lassen erkennen, daß hier eine ausreichende Nährstoffversorgung gegeben war. Zwischen Großer Wiese und dem Aussichtshügel liegt die Fläche 17; *Agrostis tenuis* ist dort horstweise vorhanden, was keine günstigen Auswirkungen auf den Aspekt hat.

3.3. Rasenvergleichsschau

Im Unteren Luisenpark ist eine Rasenvergleichsschau vorhanden. Die in der Tabelle 5 zusammengestellten Arten und Sorten kamen einzeln zur Aussaat. Diese Varianten sind auf 2 cm, auf 4 cm und nicht geschnitten vorhanden. Die Gräservergleichsschau liegt an einem Hügel, so daß Oberflächenform und Anordnung der Gräserarten bzw. -sorten sowie die unterschiedlich durchgeführten Rasenschnitte dem Besucher einen optimalen Einblick über die Variabilität der verschiedenen Arten und Sorten gestatten. Hervorzuheben ist ferner, die zweckmäßige Beschilderung dieser Demonstrationsfläche. Der Effekt der gut geplanten und gepflegten Fläche wäre sicherlich noch größer gewesen, wenn man diese Fläche nicht in eine Randzone, sondern mehr ins Zentrum der Ausstellungsfläche gelegt hätte.

Tabelle 5: Arten und Sorten der Rasenvergleichsschau

Arten	Sorten
<i>Agrostis canina</i>	KINGSTON
<i>Agrostis tenuis</i>	TRACENTA
<i>Cynosurus cristatus</i>	CREDO
<i>Festuca ovina</i>	-
<i>Festuca ovina duriuscula</i>	BILJART
<i>Festuca rubra commutata</i>	GOLFROOD
<i>Festuca rubra rubra</i>	DAWSON
<i>Lolium perenne</i>	NFG
<i>Phleum nodosum</i>	S 50
<i>Poa nemoralis</i>	-
<i>Poa pratensis</i>	BARON
<i>Poa pratensis</i>	MERION

4. DISKUSSION

Im Vergleich zu den letzten Gartenbauausstellungen (BOEKER u. OPITZ v. BOBERFELD, 1971; OPITZ v. BOBERFELD 1973, 1974) ist die zweckmäßige Beschilderung der einzelnen Rasenflächen hervorzuheben. Die gewählte Kennzeichnung schließt Verwechslungen weitgehend aus und gibt Auskunft über die wesentlichen Anlage- und Pflegemaßnahmen. So ist eine Information möglich über Mittel und deren Aufwandmenge zur Bodenverbesserung, über Arten, Sorten und Saatstärken sowie über Nährstoffaufwendungen und Düngemittel. In diesem Beitrag wird bewußt auf verschiedene Verfahren zur Verbesserung der Rasentragschicht nicht eingegangen, da für eine exakte Beurteilung Angaben zum Untergrund, zum Verdichtungsgrad sowie zur Körnung, Reaktion und Mächtigkeit der Rasentragschicht erforderlich sind, was nicht gegeben ist. Zur Gestaltung ist anzuführen, daß steile Böschungen nicht als Rasen angelegt sind, vielmehr sind derartige Flächen, wie früher bereits mehrfach angeregt (OPITZ v. BOBERFELD, 1973, 1974), durch pflegearme Bepflanzung begrünt.

Zu den Rasenmischungen ist anzuführen, daß die Verwendung von *Phleum nodosum* für Gebrauchsrasen problematisch sein kann; zwar sorgen *Phleum spec.* für einen raschen Auf- und eine gute Winterfärbung der Rasennarben, in Trockenperioden wird der Aspekt jedoch selbst bei Berücksichtigung von Sortenunterschieden dieser Arten ungünstig beeinflusst. Andererseits gibt es von *Festuca rubra* mehrere Sorten, die sich sowohl durch eine gute Färbung im Winter wie auch im Sommer auszeichnen. Sind selbst *Phleum spec.* in geringen Anteilen in der Saatmischung enthalten, sollte namentlich bei Aussaaten zu fortgeschrittener Jahreszeit die beabsichtigte Saatstärke exakt eingehalten werden, da sich andernfalls die Rasennarbe später einseitig aus *Phleum spec.* zusammensetzen kann (OPITZ v. BOBERFELD, 1975); folglich sind derartige Mischungen im Hinblick auf breite Einsatzmöglichkeiten an ein größeres Risiko gekoppelt, sofern man weitgehend einheitliche Narben bei verschiedenen Begrünnungsvorhaben erzielen will, die keine erhebliche Variabilität in der späteren Narbenzusammensetzung, bedingt durch variierte Saatzeit und Saatmenge, aufweisen sollen.

Mehrere Gebrauchsrasen enthalten, ähnlich wie es in der DIN 18917 (DNA, 1973) vorgeschlagen wird, gewisse Anteile von *Agrostis tenuis*. In Abhängigkeit von dem Anteil in der Saatmischung, der Saatstärke, den Standortverhältnissen und Pflegemaßnahmen können sich aus derartigen Mischungen in einer kurzen Zeitspanne sehr einseitig zusammengesetzte Narben entwickeln, da diese Art sehr konkurrenzstark sein kann (OPITZ v. BOBERFELD, 1973). In Trockenperioden und in den Wintermonaten ist der Aspekt von *Agrostis*-Rasen selbst unter Berücksichtigung von Sortenunterschieden vielfach ungünstig zu beurteilen. Im Hinblick auf

eine breite Verwendungsmöglichkeit sind folglich auch derartige Mischungen an ein größeres Risiko gekoppelt, was somit ein Abweichen von der Regelsaatgutmischung für Gebrauchsrassen der DIN 18917 (DNA, 1973) bei Planungen rechtfertigt.

Ungräser in Gebrauchsrassen wie u. a. *Eragrostis abessinica*, *Festuca arundinacea*, *Lolium multiflorum*, die bei Neuanlagen mitunter festzustellen sind, sind auf der Ausstellungsfläche nicht festzustellen.

5. ZUSAMMENFASSUNG

Auf der Bundesgartenschau war ein großer Teil des Areals von Rasenflächen eingenommen; von diesen Flächen, die zum überwiegenden Teil neu erstellt wurden, war in den meisten Fällen auch die Saatmischung bekannt. Aus den 68 Vegetationsaufnahmen, die erstellt wurden, und weiteren Beobachtungen lassen sich folgende Schlußfolgerungen ziehen:

1. Die Flächen waren gut beschildert, so daß der Besucher die Möglichkeit hatte, sich über die Anlage und Pflege von Rasenflächen gut und umfassend zu informieren. Es wurde angeregt, bei zukünftigen Gartenbauausstellungen ähnlich zu verfahren.
2. Die vorhandene Rasenvergleichsschau hatte trotz der umfassenden Information über die vorhandenen größeren Rasenflächen ihren besonderen Wert, da die Auswahl der Arten und Sorten, die unterschiedlich erfolgten Pflegemaßnahmen sowie die gewählte Oberflächenform einen guten Überblick über die Variationsmöglichkeiten ermöglichte.
3. Die Problematik von Mischungen für Gebrauchsrassen, die *Phleum spec.* enthalten, wurde diskutiert. Es wurden Möglichkeiten aufgezeigt, auf welche Weise man gleichfalls Einfluß auf einen günstigen Aspekt der Narbe in den Wintermonaten nehmen kann.
4. Es wurde darauf hingewiesen, daß die Aufnahme von *Agrostis tenuis* in Mischungen für Gebrauchsrassen bei entsprechenden Voraussetzungen bereits in einer kurzen Zeitspanne zu sehr einseitig zusammengesetzten Narben führen kann; derartige Flächen sind sowohl bei Trockenheit im Sommer wie auch in den Wintermonaten selbst bei Berücksichtigung von Sortenunterschieden durch einen unbefriedigten Aspekt gekennzeichnet.
5. Im Unterschied zu vorangegangenen Gartenbauausstellungen waren hier Böschungen nicht durch Rasen, sondern sachgerechter im Hinblick auf die Pflegearbeiten durch pflegearme Bepflanzung begrünt. Auch dieses Vorgehen sollte zukünftig beachtet werden.

6. Literaturverzeichnis

1. BOEKER, P. u. W. OPITZ v. BOBERFELD, 1991: Beobachtungen auf den Rasenflächen der Bundesgartenschau Köln. — Der Erwerbsgärtner **25**, S. 1623–1625.
2. DNA, 1973: DIN 18 917 Rasen, 5 S.
3. FOX, E., 1975: Mündliche Mitteilung.
4. OPITZ v. BOBERFELD, W., 1973: Die botanische Zusammensetzung der Rasenflächen im Gelände der Internationalen Gartenbauausstellung Hamburg 1973. — Rasen - Turf - Gazon **4**, S. 82–84.
5. OPITZ v. BOBERFELD, W., 1974: Die botanische Zusammensetzung der Rasennarben auf der Internationalen Gartenbauausstellung Wien 1974. Rasen - Turf - Gazon **5**, S. 98–100.
6. OPITZ v. BOBERFELD, W., 1979: Fertigrasen (Qualität - Verwendung). — Neue Landschaft **20**, S. 477–481.
7. POMMER, G., 1972: Arten- und sortenbedingte Variation von Rasengräsern. Rasen - Turf - Gazon **3**, S. 89–93.
8. SCHUBERT, A. W., 1975: Mündliche Mitteilung.

Zusammenfassung

Auf den beiden überwiegend neu gestalteten Ausstellungsflächen im Herzogenried, Gesamtfläche ca. 27 ha davon ca. 4 ha Rasen, und im Luisenpark, Gesamtfläche ca. 43 ha, davon ca. 21 ha Rasen, nehmen die Rasenflächen einen erheblichen Anteil des Areals ein. Ziel dieses Beitrages ist es, die Eigenschaften der Rasenflächen herauszustellen, um damit Anregungen für die Gestaltung zukünftiger Rasenflächen in öffentlichen Grünanlagen zu geben.

Die Rasenflächen waren derart beschildert, daß der Besucher sich gut und umfassend über die Anlage und Pflege der Rasenflächen informieren konnte. Auch die vorhandene Rasengräservergleichsschau war so gestaltet, daß dem Besucher anschaulich die Variationsmöglichkeiten vorgestellt wurden. Da von den meisten Flächen die Saatmischung bekannt war, bestand durch die erstellten Vegetationsaufnahmen die Möglichkeit über Mischungen zu diskutieren, so z. B. die Problematik von *Agrostis tenuis* und *Phleum spec.* in Mischungen für Gebrauchsrassen.

Summary

A considerable part of the area of the remodeled exhibition grounds at Herzogenried with a total acreage of 27 hectares, 4 hectares of which are turf, and of the "Luisenpark" with a total acreage of 43 hectares, 21 hectares of which are turf, is under grass. This article delineates the characteristics of turfs in order to provide ideas on the establishment of turfs in future public greens.

All the turf areas were properly name-plated, giving the visitor thus an opportunity to inform himself well and thoroughly on establishment and management of the turfs. The exhibition of turf grasses for comparison purposes was also well organized and demonstrated to the visitor in a very instructive way the possibilities of variation. Since the seed mixtures of most of the plots was known, and based on the examination of the vegetation, seed mixtures could be discussed, in particular the problems encountered in connection with *Agrostis tenuis* and *Phleum spec.* in ordinary turf mixtures.

Bodenmechanische Prüfungsmöglichkeiten der Material- und Bauqualität bei Spiel- und Sportflächen

H.-E. Beier, Osnabrück

1. Bautechnische Aufgaben

Der Bau von Spiel- und Sportflächen besteht aus zwei Hauptschritten:

1. der Herstellung eines Erdplanums und
2. dem Aufbau dünnschichtiger Oberbauschichten.

Das Planum entsteht durch Bodenabtrag oder Bodenauftrag. Damit muß der Boden entweder im gewachsenen Zustand verwendet oder verbessert oder künstlich — möglichst lagenweise — aufgetragen werden.

Da als Untergrund von Sportanlagen oder Spielflächen nicht nur natürlich gewachsene Böden Verwendung finden, sondern gerade für diese Bauvorhaben häufig auf denkbar schlechten Baugrund wie aufgelassene Schutt- und Müllhalden (s. Abb. 1 und 2) ausgewichen werden muß, steht nicht nur für die Oberbauschichten, sondern auch für den Baugrund die Frage nach ausreichend guter Qualität an. Die Mindestanforderungen sind in den DIN 18035, Blatt 4 und Blatt 5 und DIN 18915, Blatt 1 festgelegt.

Die Frage nach der vorhandenen Qualität kann von der Bodenphysik beantwortet werden.

2. Bodenphysikalische Aufgaben

In Bezug auf den Baustoff Boden treten folgende Fragen auf:

1. Ist der vorhandene Boden ausreichend tragfähig?
2. Ist der aufzutragende Boden als Baugrund geeignet?
3. Sind die für den Oberbau zu verwendenden Materialien geeignet?
4. Welche Maßnahmen können zur Verbesserung der Bodenqualität getroffen werden?

In Bezug auf das fertige Bauwerk ist zu überprüfen, ob es den gestellten Forderungen genügt.

Die bodenphysikalischen Versuche zielen damit auf **Eignungsprüfungen** bzw. auf **Kontrollprüfungen** hin.

3. Einflußfaktoren der Qualität eines Erdbaustoffes

Technisch gesehen ist die Qualität des Bodens von drei Faktoren abhängig:

3.1. Frostsicherheit

Sie wird einmal durch die Widerstandsfähigkeit der Einzelkörner des Bodengemischs gegen Zerfriren beeinflusst (**Frostbeständigkeit**). Weiterhin spielt die Menge der feinsten Bodenteilchen bei der **Frostempfindlichkeit** eine entscheidende Rolle.

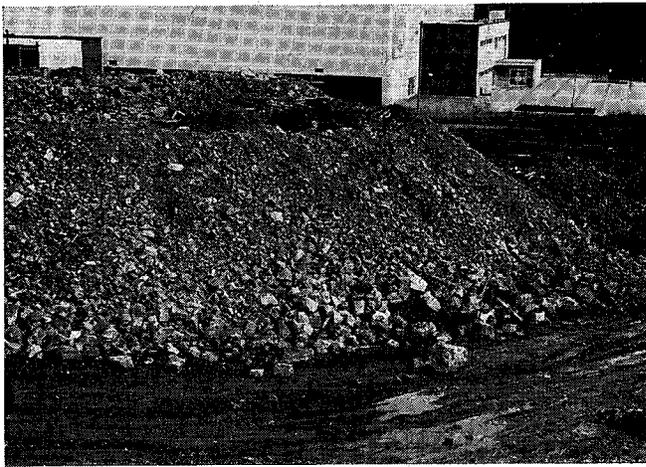


Abb. 1: Beispiel für ungünstige Bodenverhältnisse im künftigen Untergrund einer Sportfläche (Absatz- und Abbruchkippe)

Abb. 2: wie vor – Detail



Je größer ihr Anteil ist, desto stärker reagiert das Bodengemisch auf die Frosteinwirkung durch Hebung und beim Frostauflang durch Erweichung, ggf. völligen Verlust der Tragfähigkeit. Zur Beurteilung der Frostempfindlichkeit bestehen sogenannte Frostkriterien (Casagrande, Schaible, BAST).

3.2. Bearbeitbarkeit – Verarbeitbarkeit

Sie ist davon abhängig, ob der Boden bindig oder nichtbindig ist oder als Fels zu bezeichnen ist bzw. ob er locker oder fest gelagert ist. Eine Klassifizierung der Böden nach diesen Maßstäben wird in den DIN 18300 und DIN 18915, Blatt 1 angegeben.

3.3. Tragfähigkeit

Da ein Erdbauwerk als primäre Aufgabe die auftretenden Lasten – auch die aus Eigengewicht – ohne Schaden aufnehmen muß, stellt die Tragfähigkeit den wichtigsten Faktor bezüglich der Qualität des Erdbauwerks (nicht unbedingt des Erdbaustoffs!) dar. Die Tragfähigkeit ist ihrerseits von folgenden Einflußgrößen abhängig:

a) Kohäsion des Bodens:

Hierunter ist die Haftfestigkeit – also das Verkleben der Bodenteilchen miteinander – zu verstehen. Sie ist eine Eigenschaft von bindigen Böden. Beeinflußt wird sie einmal durch die Menge und Art des Wassers im Boden (gebundenes bzw. freies Wasser) und zum anderen von der Menge und dem mineralogischen Aufbau der freien Bodenteilchen.

b) Innere Reibung des Bodens (Scherfestigkeit)

Hierunter ist der Widerstand des Kornhaufwerks gegen eine Verschiebung oder Umlagerung von Einzelkörnern zu verstehen. Die innere Reibung hängt zum ersten von der **Kornzusammensetzung**, zum zweiten von der **Kornform** (rund, kubisch, plattig), zum dritten von der **Kornoberfläche** (glatt, rau) und schließlich von der **Lagerungsdichte** ab. Diese stellt den wichtigsten Faktor für die innere Reibung und damit die Tragfähigkeit dar. Bei bindigen Böden wird die innere Reibung durch die Bodenfeuchtigkeit stark beeinflußt.

4. Bodenphysikalische Versuche

Aus den vorstehend beschriebenen Zusammenhängen ergibt sich die Notwendigkeit, die folgenden Kennwerte durch Versuche zu ermitteln:

1. Korngrößenverteilung, Kornform
2. Einfluß der Bodenfeuchtigkeit – Konsistenzgrenzen
3. Wassergehalt
4. Ermittlung der organischen Substanz (Art und Menge)
5. Trockenwichte (früher: Trockenraumgewicht)
6. Kornwichte (früher: spezifisches Gewicht)
7. Verdichtbarkeit
8. Lagerungsdichte und Verdichtungsgrad
9. Porenanteil
10. Tragfähigkeit
11. Scherfestigkeit und Kohäsion
12. Wasserdurchlässigkeit

Diese Vielzahl der Versuche kann in der kurzen Zeit nicht behandelt werden. Der Gesamtkomplex wäre nur in einem speziellen mehrtägigen Seminar darstellbar. Deshalb soll hier auch nur auf die nachstehend genannten Versuche eingegangen werden:

1. Ermittlung der Korngrößenverteilung
2. Ermittlung der Konsistenzgrenzen
3. Ermittlung der Verdichtbarkeit
4. Ermittlung des Verdichtungsgrades
5. Ermittlung der Tragfähigkeit

4.1. Bodenerkundung

Der Planung einer Baumaßnahme – und dies gilt besonders bei kritischen Baugrundverhältnissen – hat eine Bodenerkundung vorauszugehen. Üblicherweise gehören hierzu eine **Geländebegehung**, die aus u. U. vorhandenen Bodenaufschlüssen wie z. B. Kiesgruben und der vorhandenen Vegetation Rückschlüsse auf die Bodenverhältnisse zuläßt, und **künstliche Aufschlüsse**: Schürftgruben und Bohrungen.

Schürftgruben

Nachteilig ist bei ihrer Anlage vor allem bei größeren Tiefen der hohe Arbeits- und Kostenaufwand, so daß sie meist nur für oberflächennahe Bodenuntersuchungen verwendet werden. Schürfte können ohne Grundwasserabsenkung nur oberhalb des Grundwasserspiegels angelegt werden. Bei Schichtwasser ist eine Wasserhaltung erforderlich. Vorteilhaft ist die gute Erkennbarkeit der Schichtenfolge des Bodens, der Bodenarten und zahlreicher Bodeneigenschaften sowie die Entnahme weitgehend ungestörter Bodenproben.

Bohrungen

Nachteilig ist die häufige Vermischung des erbohrten Bodens, wobei dünne Schichten oft gar nicht erfaßt werden. Vorteilhaft ist jedoch die Verwendbarkeit bis zu praktisch beliebigen Tiefen und in allen Böden.

Die aus den Aufschlüssen gewonnenen gestörten bzw. ungestörten Bodenproben können entsprechend den Erfordernissen weiter untersucht werden.

Bei der Erkundung sind sinngemäß die DIN 4021 und das „Merkblatt über die Probenahme für bodenphysikalische Versuche im Straßenbau, FG 1972“ zu beachten.

Bei flächigen Bauwerken wie Sport- und Spielflächen müssen eine Vielzahl von Punkten untersucht werden, da die Qualität des Baugrundes nicht nur von absoluten Einzelmeßwerten, sondern vor allem von einem gleichmäßigen Aufbau des Bodens abhängt. Nur dieser garantiert gleichmäßige Setzungen und damit eine volle Nutzbarkeit der Fläche. Der hohe finanzielle Aufwand für derartig viele Bodenaufschlüsse kann durch die Anwendung von leichten Schlagsonden abgemindert werden.

Sondierungen

Die Sondierungen liefern als Ergebnis sogenannte **Widerstandslinien** (s. Abb. 3), aus denen Bodenhorizonte und näherungsweise die Lagerungsdichte abgelesen werden können. Werden Sondierungen im Nahbereich einer Bohrung oder einer Schürftgrube durchgeführt, können diese Widerstandslinien mit den Bohrergebnissen verglichen und damit „geeicht“ werden. Die weiterhin ermittelten Widerstandslinien sind nun auf die „geeichten“ zu beziehen.

Bei einem genügend engmaschig angelegten Netz von Untersuchungspunkten können so leicht Unregelmäßigkeiten im Baugrund festgestellt werden (verspringender Schichtenverlauf,

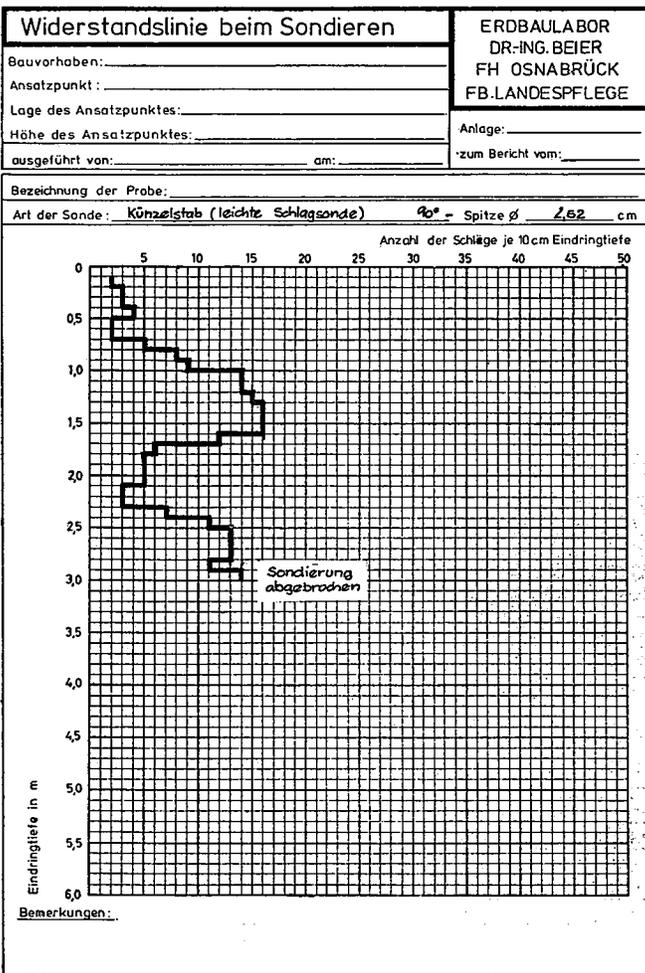


Abb. 3: Ergebnis einer Rammsondierung

Einlagerung von weichen Bodenschichten, Änderungen der Lagerungsdichte, Änderungen des Grundwasserstands). Nachteilig ist jedoch die Tatsache, daß leichte Schlagsonden erst ab ca. 0,2–0,3 m Tiefe verwertbare Ergebnisse liefern.

4.2. Eignungsprüfungen

4.2.1. Korngrößenverteilung:

a) Versuchsdurchführung

Das Kornhaufwerk eines Bodengemisches wird durch Siebung (s. Abb. 4–6) (für Bodenkörner mit mehr als 0,06 mm ϕ) bzw. durch Schlämmen z. B. mit der Aräometermethode (für Bodenkörner mit weniger als 0,125 mm ϕ) in verschiedene Korngruppen zerlegt. Durch Kombination beider Verfahren können Böden untersucht werden, die Korngrößen vom Ton bis zum Kies enthalten. Die Massenanteile der einzelnen Korngruppen werden als **Kornverteilungskurve** oder **Körnungskurve** aufgetragen (s. Abb. 7).

b) Aussagemöglichkeiten

Aus der ermittelten Körnungskurve lassen sich eine Vielzahl von Bodenkennwerten ablesen.

Bodenart: In der Abbildung 7 ist im System dargestellt wie aus der Körnungskurve die Bodenart nach DIN 4022 abgelesen wird. Damit ist eine wertfreie Namengebung des Bodens möglich. Aber auch für bestimmte Verwendungszwecke ist an Hand der Körnungskurve eine Klassifizierung des Bodens möglich, wie z. B. die Festlegung der Bodengruppen DIN 18915, Blatt 1 (s. Abb. 8) oder der Bodenklassen nach DIN 18300 bzw. der Bodengruppen nach DIN 18196. Ferner kann die ermittelte Körnungskurve mit dem für bestimmte Zwecke festgelegten zulässigen Körnungsbereich verglichen und damit festgestellt werden, ob der vorhandene Boden den vorgeschriebenen Bedingungen genügt (s. Abb. 9, Beispiel für Rasentragschichten nach DIN 18035, Blatt 4).

Verdichtbarkeit und Durchlässigkeit: Aus dem Verlauf einer Körnungskurve können Rückschlüsse auf die vorgenannten Kennwerte gezogen werden. In der Abbildung 10 sind für die

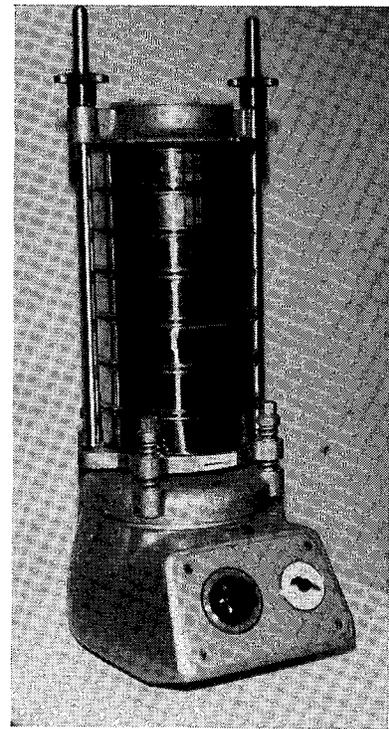


Abb. 4: Schwingsiebmaschine

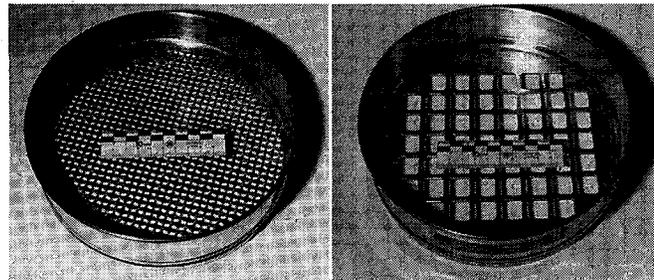


Abb. 5: 4 mm-Sieb mit Drahtsiebboden
Abb. 6: 16 mm-Sieb mit Quadratlochblech

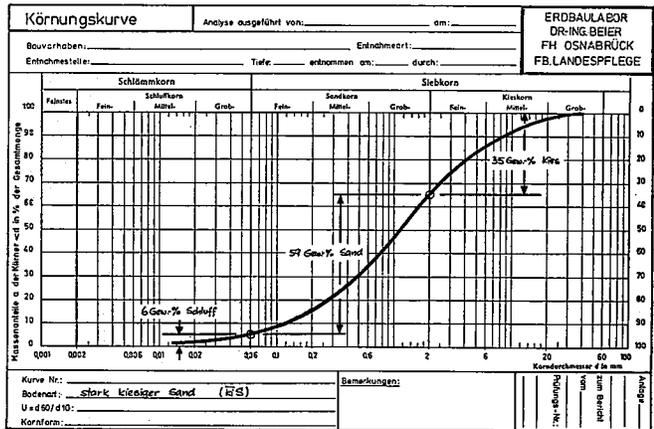


Abb. 7: Ermittlung der Bodenart nach DIN 4022

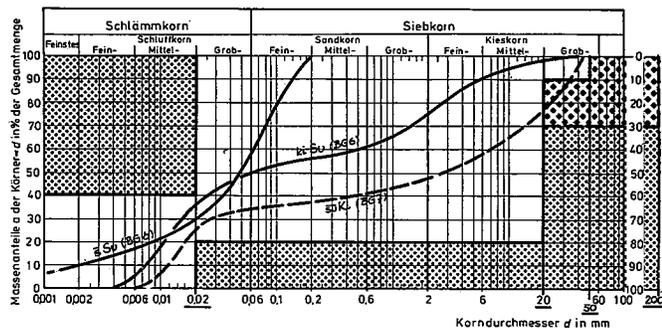


Abb. 8: Ermittlung der Bodengruppe nach DIN 18915, Blatt 1
Beispiel: Bodengruppen 6 und 7

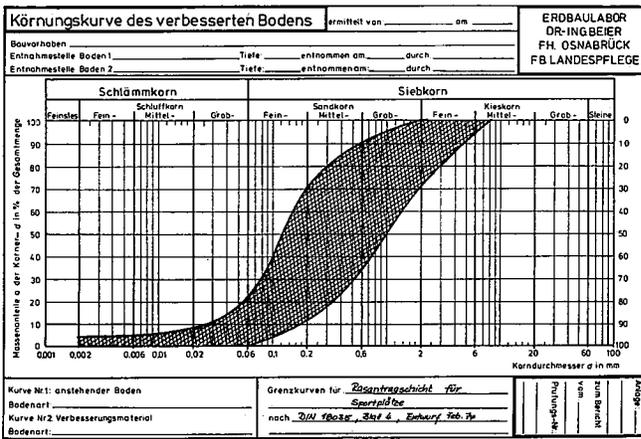


Abb. 9: Beispiel für den zulässigen Körnungsbereich eines Bodens

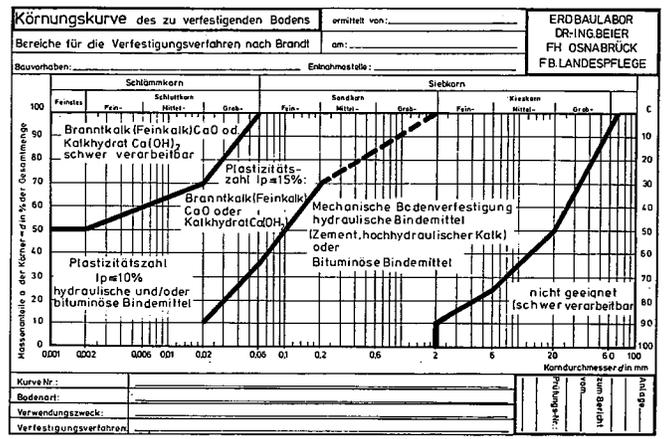


Abb. 13: Bodengebiete für die verschiedenen Verfestigungsverfahren

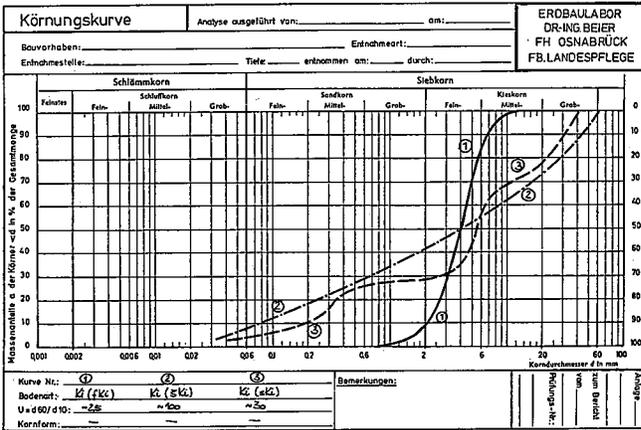


Abb. 10: Grundtypen des Verlaufs von Körnungskurven

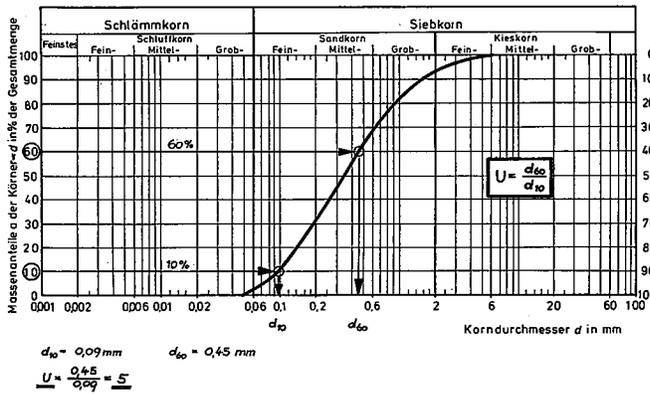


Abb. 11: Ermittlung der Ungleichförmigkeitsziffer U

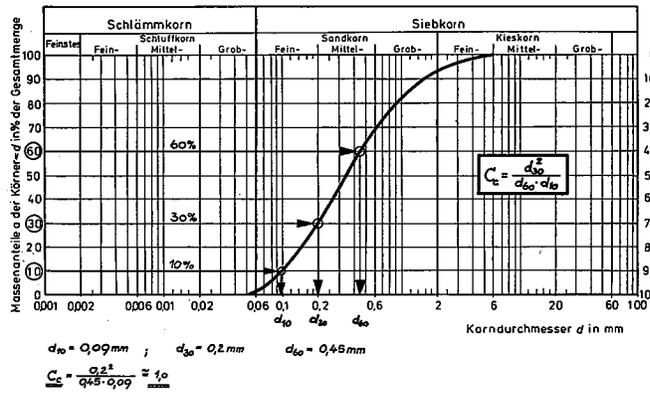


Abb. 12: Ermittlung der Krümmungszahl C_c

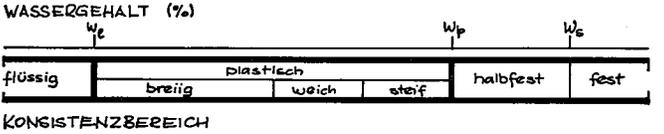


Abb. 14: Zustandsformen (Konsistenzbereiche) und Grenzwassergehalte (Konsistenzgrenzen)

Bodenart Kies die drei Grundtypen des Verlaufs einer Körnungskurve dargestellt. Die Kurve Nr. 1 wird als „eng gestuft“ (steil) bezeichnet, die Kurve Nr. 2 als „weit gestuft“ (flach) und die Kurve Nr. 3 als „intermittierend gestuft“ (sprunghaft, wellenförmig). Die Grenzen zwischen einer engen und weiten bzw. intermittierenden Stufung werden mit der **Ungleichförmigkeitsziffer U** bzw. der **Krümmungszahl C_c** festgelegt. Diese Kennwerte werden aus zu bestimmten Massenanteilen gehörenden Korndurchmessern des jeweiligen Bodengemisches berechnet. Der Rechengang ist in den Abbildungen 11 und 12 erläutert. Danach stellen die beiden Kennwerte letztlich die Steigung der Körnungskurve in einem bestimmten Bereich dar.

Körnungskurven mit einem U-Wert von weniger als 5 sind eng gestuft, Körnungskurven mit einem U-Wert von 5 und größer weit gestuft. Für erdbautechnische Zwecke wird die Ungleichförmigkeitsziffer weiter unterteilt: ein U-Wert von weniger als 5 kennzeichnet einen **gleichförmigen Boden** (Beispiel: Dünenand, Fließsand), ein U-Wert zwischen 5 und 15 einen **ungleichförmigen Boden** (Beispiel: Frostschutzkies), ein U-Wert von mehr als 15 einen **sehr ungleichförmigen Boden** (Beispiel: lehmiger Kies). Eine Krümmungszahl zwischen 1 und 3 kennzeichnet bei $U > 6$ ebenfalls einen weit gestuften Boden. Größere Krümmungszahlen bzw. kleinere U-Werte weisen auf eine enge oder intermittierende Stufung hin.

Die **Verdichtungswilligkeit** bzw. **Verdichtbarkeit** eines Bodengemisches ist um so größer je ungleichförmiger der Kurvenverlauf ist. Liegt der gleiche Boden im natürlich gewachsenen Zustand vor, besitzt er beim Abbau auch einen größeren Widerstand als ein gleichförmiges Material. Mit der Verdichtbarkeit steigt auch die Tragfähigkeit eines Bodens: Gleichförmige Sande und Kiese besitzen eine nur geringe Widerstandskraft gegen Kornumlagerung unter Kraftangriff. Diese Aussagen gelten im Grunde nur für nichtbindige Böden, bindige Böden werden in ihrem Verhalten weniger von der Korngrößenverteilung als vom Wassergehalt beeinflusst (s. Konsistenzgrenzen).

Für die **Durchlässigkeit** gilt genau das entgegengesetzte: je gleichförmiger ein Bodengemisch ist, desto größere Luftporen enthält es und um so leichter ist eine freie Wasserbewegung im Boden möglich. Andererseits gilt, daß die Durchlässigkeit abnimmt, je größer der Anteil kleiner Bodenteile ist. Ein „gleichförmiger“ Ton ist praktisch wasserundurchlässig.

Frostempfindlichkeit: Die üblichen Frostkriterien gehen entweder von bestimmten Korngrößenbereichen (BAST) oder bestimmten maximalen Massenanteilen und Ungleichförmigkeitsziffern aus (Casagrande, Schaible). Damit besteht die Möglich-

keit, aus einer Körnungskurve unter Anwendung der entsprechenden Frostkriterien die Frostempfindlichkeit des Bodens zu ermitteln.

Bodenverbesserung: Für die Verbesserung der Bodenverhältnisse stehen eine Reihe von Verfahren zur Verfügung. Im wesentlichen handelt es sich hierbei um eine mechanische Verbesserung des Bodengefüges entweder durch Verdichtung oder durch Veränderung des Kornaufbaus bzw. um eine Vermischung des Bodens mit bestimmten Bindemitteln. Die Anwendbarkeit der verschiedenen Verbesserungsverfahren kann unter Zuhilfenahme der Einteilung nach Brandt für die jeweilige Kornverteilung überprüft werden (s. Abb. 13).

Durchlässigkeit verschiedener angrenzender Bodenschichten: Eine wesentliche Aufgabe bei der Konstruktion von Spiel- und Sportflächen besteht darin, für eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit zu sorgen. Schwierigkeiten bestehen vor allem dann, wenn Bodengemische mit unterschiedlichem Kornaufbau (verschiedene Kapillarität!) direkt aufeinander liegen. Hier kann es in den meist feinkörnigeren Oberschichten zu einem Wasserstau kommen. Dieser Fehler kann vermieden werden, wenn beide Bodengemische nach bestimmten **Filterregeln** (üblicherweise wird die Filterregel nach Terzaghi benutzt) aufgebaut sind. Eine Grundeigenschaft sollte vorhanden sein: die Körnungskurven des Oberbodens und des wasserabführenden Bodens (Drän- oder Filterschicht, ggf. natürlicher Untergrund) sollen möglichst parallel verlaufen.

Eine Kontakterosion der beiden Bodengemische wird vermieden, wenn folgende Bedingung eingehalten wird.

$$\frac{D_{15}}{d_{85}} < 4$$

Die Durchlässigkeit der Erdbaustoffe ist als ausreichend zu bezeichnen, wenn die nachfolgende Gleichung erfüllt ist.

$$\frac{D_{15}}{d_{15}} > 4$$

In den Gleichungen bedeuten: D: Korndurchmesser des Filtermaterials bei den entsprechenden Massenanteilen
d: Korndurchmesser des zu entwässernden Bodens bei den jeweiligen Massenanteilen

Die erforderlichen Zahlenwerte lassen sich ohne Schwierigkeiten aus den Körnungskurven ablesen.

Termingestaltung, Maschineneinsatz: Die aus der Körnungskurve abzulesende Bodenart gibt erste Anhaltspunkte für die Termingestaltung. Bindige relativ großporige Böden (grob-schluffreicher Lehm oder Löß) sind äußerst witterungsempfindlich. Sie können nach bereits kurzen Regenfällen unarbeitbar werden, da sie sehr schnell aufweichen. Andererseits geben sie die Feuchtigkeit auch ziemlich schnell wieder ab, so daß sie bald wieder in einen brauchbaren Zustand kommen. Dieser schnelle Wechsel hat ihnen den Namen „Minutenböden“ gegeben. Derartige Böden können gerade in der niederschlagsreichen Jahreszeit kaum bearbeitet werden. Nichtbindige Böden stellen dagegen bezüglich der Termingestaltung keine besonderen Ansprüche. Auch die Wahl bestimmter Maschinenarten und der Umfang des Maschinenparks kann aus der Kenntnis der Bodenart grob vorgeplant werden (z. B. leichte Ladegeräte für Sande und feine Kiese, schwere Geräte für tonreiche oder grobkiesige bzw. steinige Böden).

Einbauvorgang: Da ein Erdbauwerk nur bei lagenweisem Einbau des Bodens optimal verdichtet werden kann, spielt das im Boden befindliche Größtkorn bei der Wahl der Schichtdicken eine wesentliche Rolle. Eine gute Verdichtung läßt sich nur erzielen, wenn die Schichtdicke wenigstens dem 1,5fachen, besser 3fachen Durchmesser des Größtkorns entspricht. Auf diese Schichtdicken ist dann auch das Verdichtungsgerät abzustimmen. Ebenso spielt bei der Herstellung des Feinplanums das Größtkorn eine sehr wesentliche Rolle.

4.2.2. Konsistenzgrenzen:

a) **Definition und Versuchsdurchführung**
Bindige Böden ändern ihren Zustand mit zunehmendem Wassergehalt beträchtlich. So wechseln sie mehr oder weniger

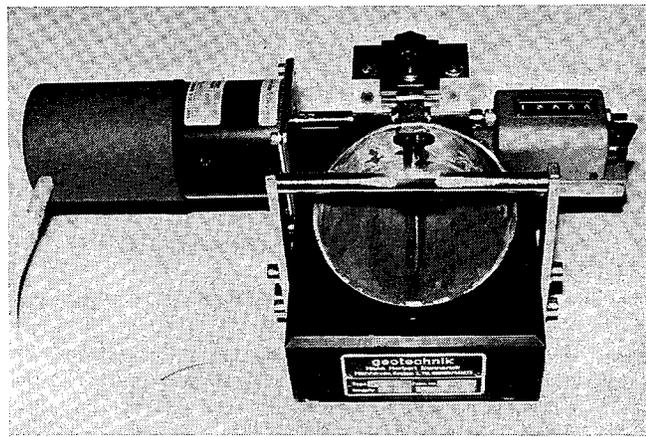


Abb. 15: Fließgrenzengerät zur Ermittlung der Fließgrenze w_L

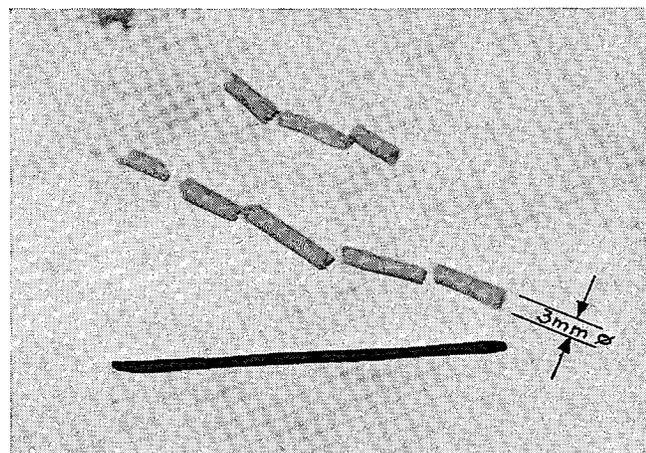
schnell aus einem harten in einen halbfesten, krümeligen Zustand, nehmen dann ein plastisches knet-gummiartiges Verhalten an und erreichen schließlich eine breiige, flüssige Zustandsform. Diese verschiedenen Zustandsformen oder „Konsistenzbereiche“, die gleitend ineinander übergehen, werden durch definierte „Grenzwassergehalte“, auch „Atterberg'sche Grenzen“ oder „Konsistenzgrenzen“ genannt, getrennt. In der Abbildung 14 sind die Konsistenzbereiche und Konsistenzgrenzen aufgeführt. Im einzelnen handelt es sich bei der Versuchsdurchführung um die Ermittlung der „**Schrumpfgrenze**“ (w_s), die den festen vom halbfesten Konsistenzbereich trennt, die „**Ausrollgrenze**“ (w_p) zwischen dem halbfesten und plastischen Bereich und die „**Fließgrenze**“ (w_l) zwischen dem plastischen und dem flüssigen Bodenzustand.

Die Fließgrenze wird mit dem Fließgrenzengerät nach Casagrande (s. Abb. 15) ermittelt. Die Ausrollgrenze wird festgestellt, in dem eine Bodenprobe zu einer dünnen Walze ausgerollt wird, die bei einem definierten Durchmesser zerbröckeln muß (s. Abb. 16). Die Schrumpfgrenze liegt bei einem bindigen Boden vor, wenn er sich trotz weiter abnehmendem Wassergehalt in seinen Längenausdehnungen nicht mehr ändert. Dies liegt daran, daß die noch vorhandene Bodenfeuchtigkeit nur noch in den Poren und nicht mehr zwischen den einzelnen Bodenteilchen vorhanden ist. Erkennbar ist dieser Zustand an einer meist auffälligen Rißbildung.

b) Aussagemöglichkeiten

Die Konsistenzgrenzen stellen wie die Körnungskurve einen unveränderlichen, durch die Bearbeitung nicht beeinflussten Bodenkennwert dar. Sie können damit weit vor Baubeginn ermittelt und interpretiert werden. Welche Aussagen liefern die Konsistenzgrenzen? Eine sehr wesentliche Rolle spielt bei der Beurteilung von bindigen Böden die Größe des plastischen Konsistenzbereiches, also die Differenz zwischen Fließ-

Abb. 16: Ermittlung der Ausrollgrenze w_p (Walzendurchmesser 3 mm)
(Die dünnere Walze ist noch zu naß.)



und Ausrollgrenze. Dieser Wert wird mit der „Plastizitätszahl“ (I_p) bezeichnet. Je größer sie ist, um so mehr Wasser muß der Boden aufnehmen, um vom stabilen (festen bzw. halbfesten) Bodenzustand in den instabilen (flüssigen) Bodenzustand überzugehen. Böden mit hoher Plastizitätszahl sind damit wenig witterungsanfällig. Andererseits geben sie Bodenfeuchtigkeit auch nur sehr langsam ab, was z. B. zu langanhaltenden Setzungen führen kann. Böden mit kleiner Plastizitätszahl sind dagegen sehr witterungsanfällig, jedoch klingen bei ihnen, sofern Feuchtigkeit ferngehalten wird, Setzungen wesentlich schneller ab.

(Beispiel für niedrige Plastizitätszahl: Lößlehm, für hohe Plastizitätszahl: hochplastischer Ton)

Böden mit hoher **Schrumpfgrenze** neigen bei Grundwasserabsenkungen zu starken Setzungen und an der Oberfläche bei Sonneneinstrahlung und Windeinwirkung zu einer starken, tiefreichenden Rißbildung, die eine intensive Durchfeuchtung des Bodens und damit u. U. einen plötzlichen Stabilitätsverlust der obersten Bodenschicht zur Folge hat (besonders auf geneigten Flächen zu beachten).

Wird zu den Grenzwassergehalten w_l und w_p die augenblickliche Bodenfeuchtigkeit in Beziehung gesetzt, kann die „Konsistenzzahl“ (I_c) berechnet werden. Die Konsistenzzahl dient als Meßwert für die Bearbeitbarkeit bindiger Böden nach DIN 18915, Blatt 1. Danach soll dieser Wert wenigstens 0,75 betragen.

4.2.3. Verdichtbarkeit

Zur Ermittlung der Verdichtbarkeit bestehen zwei Möglichkeiten: die Messung der lockersten und dichtesten Lagerung eines Bodens und die Durchführung des Proctorversuchs. Letzterer hat erdbautechnisch größere Bedeutung erlangt, da er für alle Bodenarten anwendbar ist.

a) Durchführung des Proctorversuchs

Eine Bodenprobe wird mit konstanter, festgelegter Verdichtungsenergie in genormten Gefäßen bei unterschiedlichen Was-

Trockenwichten (Trockenraumgewichte) als Koordinaten aufgetragen. Aus mindestens fünf Meßpunkten läßt sich eine parabelförmige, ausgleichende Kurve, die Proctorkurve zeichnen. Der Scheitelpunkt der Kurve liefert die größte bei dem Versuch erreichbare Trockenwichte, die „einfache Proctordichte“ (γ_p) und den dazugehörigen Wassergehalt, den „optimalen Wassergehalt“ (w_{opt}) (s. Abb. 18).

Der Kurvenverlauf ist folgendermaßen zu erklären:

Bei niedrigem Wassergehalt sind die Widerstände des Bodens gegen Kornumlagerungen verhältnismäßig groß, da praktisch das „Schmiermittel“ fehlt. Die Luftporen im Boden können durch die Verdichtungsarbeit nur geringfügig verkleinert werden. Durch das noch große Porenvolumen (Wasser- und Luftvolumen) ist die Trockenwichte ($\gamma_t = m_t/V$) entsprechend klein. Steigt nun der Wassergehalt, sinken bei gleicher Verdichtungsleistung die Reibungswiderstände im Boden. Der Hohlraumgehalt kann daher verringert werden und die Trockenwichte steigt an. Sind nun die Poren so stark mit Wasser gefüllt, daß eine Kornumlagerung unter Verringerung des Porenvolumens nicht mehr möglich ist, kann folglich die Trockenwichte nicht mehr zunehmen. Wird der Wassergehalt weiter erhöht, benötigt das Wasser zusätzlichen Platz. Es verdrängt Bodenmaterial und da es ca. 2,6 mal leichter als die Bodenkörner ist, muß die Trockenwichte weiter abnehmen.

Die Zusammenhänge zwischen Luftvolumen, Wasservolumen, Porenvolumen und Volumen der Trockenmasse (Bodenkörner) und den jeweiligen Massenanteilen ist in der Abbildung 19 aufgezeigt.



Abb. 19: Zusammenhang zwischen Massenanteilen und Bodenvolumen

b) Aussagemöglichkeiten

Aus dem Proctorversuch wird der Wassergehalt gewonnen, bei dem eine Verdichtung mit wirtschaftlichen Mitteln optimal zu erreichen ist. Daraus folgt, daß auf der Baustelle möglichst ein dem optimalen Wassergehalt entsprechender natürlicher Wassergehalt vorhanden ist. Bei **niedrigerem Wassergehalt** kann die einfache Proctordichte nur erzielt werden, wenn die Verdichtungsarbeit gesteigert wird. Nur so können die noch zu großen Reibungswiderstände im Boden überwunden werden. Die zweite Möglichkeit besteht darin, den Wassergehalt durch Zugabe von Wasser zu erhöhen. Ein gutes Verdichtungsresultat ist jedoch nur bei gleichmäßiger Durchfeuchtung des Bodens zu erzielen. Liegt dagegen der natürliche **Wassergehalt über dem optimalen Wassergehalt**, kann auch durch Erhöhung

Größtkorndurchmesser mm	Proctorzylinder		Proctorhammer		Schlagzahl je Schicht
	Durchmesser cm	Höhe cm	Fallgewicht kg	Fallhöhe cm	
bis 20	10	12,7	2,5	30	25
über 20 bis 30	15	12,5	4,5	45	22
über 30 bis 56	25,2	20	15	60	22

Abb. 17: Abhängigkeit von Größtkorn der Bodenprobe und Geräteabmessung

sergehalten eingebaut. Die Verdichtungsenergie und die Gefäßabmessungen richten sich nach dem Durchmesser des Größtkorns der Bodenprobe (s. Abb. 17). Als Versuchsergebnisse werden in einem Diagramm die jeweiligen Wassergehalte und die für die verdichtete Bodenprobe ermittelten

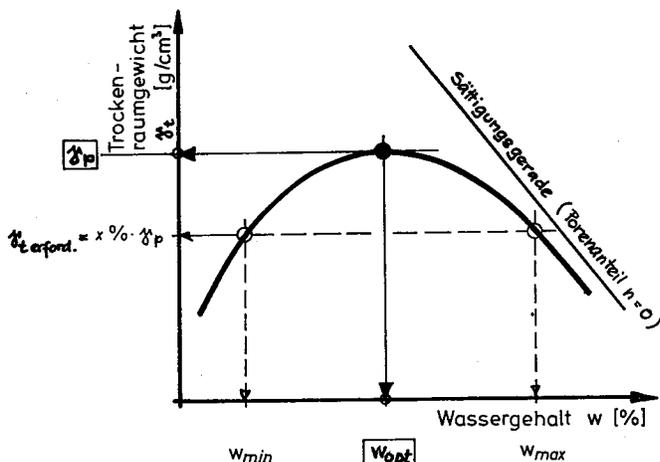


Abb. 18: Proctorkurve

Geräteart	Bodenart	Sande, Klasse		Schluffe, Tone bindige Sande		bindige Kiese schwerer bindige Böden		Steine Blöcke > 400 mm oder bindige Abfälle		ohne Bodenart
		Wassergehalt w	Wassergehalt w	Wassergehalt w	Wassergehalt w	Wassergehalt w	Wassergehalt w	Wassergehalt w	Wassergehalt w	
natürlich wirkende Geräte	Glattwalze									
	Gitterradwalze									
	Schafffußwalze									
	Gummiradwalze									
dynamisch wirkende Geräte	Stamper	Falplattenstamper								
		Explosionsstamper XXI								
		Schnellschlagstamper XXI								
	Walzen	Einradvibrationswalze								
		Tandemvibrationswalze	leicht							
	Walzen	Duplexwalze	leicht XXI							
			schwer							
		Anhängervibrationswalze	leicht							
	Platten	Vibrations-Schafffußwalze	mittel							
			schwer							
Platten	Vibrationsplatte	leicht								
		schwer								

Abb. 20: Wahl der Verdichtungsgeräte nach Bodenart und Wassergehalt

der Verdichtungsarbeit die einfache Proctordichte nicht erreicht werden, es sei denn daß durch die Verdichtung Wasser aus dem Boden herausgedrückt werden kann. In der Praxis bedeutet dies, daß zu nasse Böden durch Auflockerung oder durch Verwendung grobstolliger Verdichtungsgeräte eine Oberflächenvergrößerung erfahren und damit schneller austrocknen. Gegebenenfalls können Bodenverbesserungen (mechanische Bodenverbesserung, Bodenverfestigung mit Kalk) Abhilfe schaffen.

Ferner kann der Vergleich von natürlichem Wassergehalt und optimalem Wassergehalt in Verbindung mit der jeweiligen Bodenart die Wahl des geeigneten Verdichtungsgerätes erleichtern (s. Abb. 20).

Die einfache Proctordichte dient darüber hinaus als Vergleichswert für die beim Bodeneinbau zu erreichende oder im anstehenden Boden vorhandene Trockenwichte. In vielen Fällen genügt ein kleinerer Wert, der in den jeweiligen Richtlinien und Normen festgelegt ist, z. B. in der DIN 18035, Blatt 4 für Untergrund und Unterbau. Diese geforderte Trockenwichte kann im Gegensatz zur einfachen Proctordichte in einem mehr oder weniger breiten Wassergehaltsbereich erreicht werden (s. Abb. 18).

4.3. Kontrollprüfungen

Diese Prüfungen beziehen sich auf die Qualität des fertiggestellten Bauwerks. Die wichtigsten zu überprüfenden bodenphysikalischen Kennwerte sind der erreichte Verdichtungsgrad, die Ermittlung des verwendeten Bodengemisches und die vorhandene Tragfähigkeit der einzelnen Bodenschichten oder des gesamten Schichtenpakets.

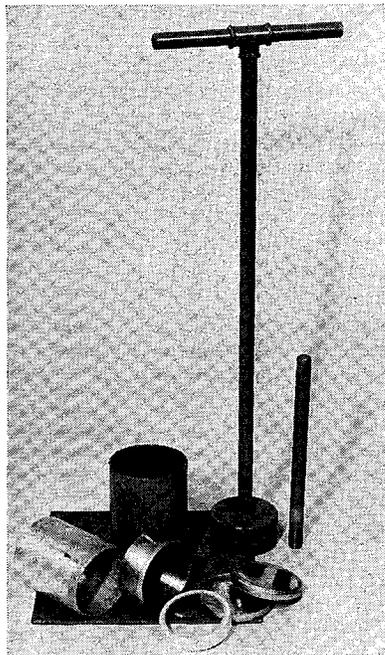


Abb. 21:
Ausstechzylinder mit
Führungsrohr und
Schlaghaube

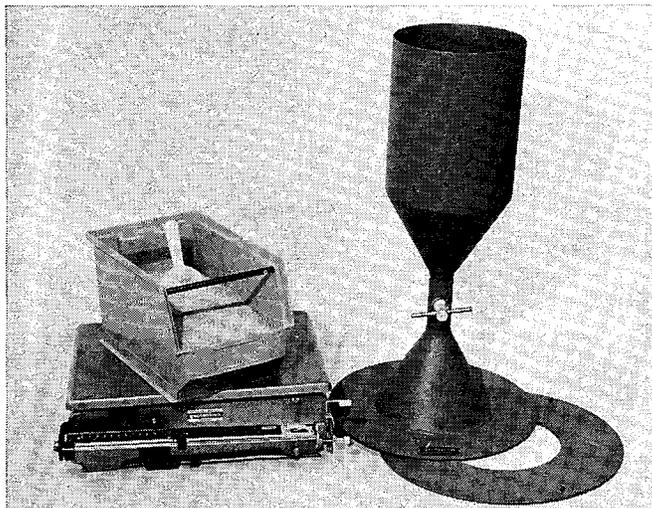


Abb. 22:
Sandersatzgerät

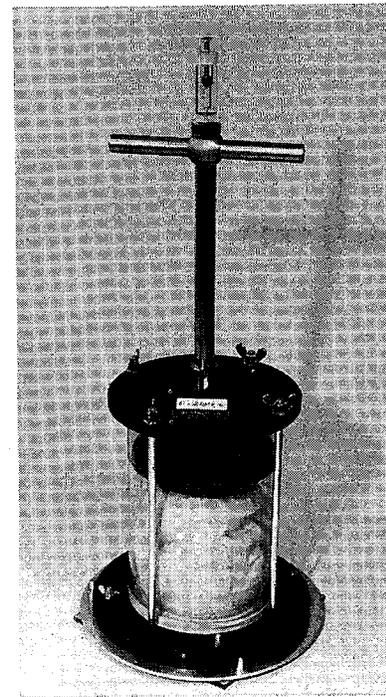


Abb. 23:
Wasserballongerät
(Densitometer)

4.3.1. Verdichtungsgrad:

a) Definition und Versuchsdurchführung

Der Verdichtungsgrad stellt die auf die einfache Proctordichte bezogene erreichte Trockenwichte γ_t dar. Um diesen Wert berechnen zu können, muß die vorhandene Trockenwichte bestimmt werden. Bei feinkörnigen Böden bis ca. 6 mm Korngröße kann mit Hilfe eines Ausstechzylinders (s. Abb. 21) eine ungestörte Bodenprobe entnommen werden, von der (s. Abb. 19) nach Feststellung der Masse des Bodenwassers die Trockenwichte berechnet werden kann. Bei gröberen Böden müssen sogenannte Ersatzverfahren zur Ermittlung der Trockenwichte herangezogen werden. Hierbei handelt es sich um das Sandersatzverfahren (s. Abb. 22), das Gipsersatzverfahren sowie die Verwendung eines Densitometers (Wasserballongerät) (s. Abb. 23). Bei allen Verfahren wird mit verschiedenen Ersatzmedien das Volumen einer entnommenen Bodenprobe bestimmt. Von dieser gestörten Probe kann dann gleichfalls die Trockenwichte ermittelt werden (s. Abb. 19).

Der Verdichtungsgrad D_{Pr} wird nach folgender Gleichung bestimmt:

$$D_{Pr} = \gamma_t : \gamma_P \quad [-]$$

b) Aussagemöglichkeiten

Ergibt die Berechnung einen zu niedrigen Wert, können folgende Gründe ausschlaggebend sein:

Der Plattendruckversuch ahmt in vereinfachter Form einige Lastwechselspiele nach und ist damit für die Beurteilung der Tragfähigkeit einer durch kurzzeitige Belastungen beanspruchten Bodenoberfläche sehr gut geeignet.

Der Boden wurde bei zu hohem Wassergehalt oder zu niedrigem Wassergehalt eingebaut.

Der Boden wurde mit zu geringer Verdichtungsenergie eingebaut (zu leichtes Gerät, falsches Gerät, zu wenig Übergänge). Die einzelnen Verdichtungslagen sind zu dick ausgebildet worden.

Kann durch nochmalige Verdichtung ggf. mit schwerem oder geeigneterem Gerät der erforderliche Verdichtungsgrad nicht erzielt werden, muß die mangelhafte Bodenschicht abgetragen und erneut aufgebaut werden. Andernfalls besteht ein nicht abnahmefähiger Zustand.

4.3.2. Tragfähigkeit:

Im Kapitel 3.3. b) wurde festgestellt, daß die Tragfähigkeit eines Erdbaustoffes sehr wesentlich von der Lagerungsdichte abhängt. Die Lagerungsdichte respektive der Verdichtungsgrad besagt jedoch nur, daß auch bei optimaler Verdichtung nur die dichtestmögliche Lagerung des Kornaufwerks erzielt worden ist und beweist damit nicht unbedingt, daß der eingebaute oder anstehende Boden eine für das Objekt ausreichende Tragfähigkeit besitzt. Deshalb muß diese gerade bei hochwertigen Objekten und heterogenen Bodenverhältnissen

direkt bestimmt werden. Für Erdbaumaßnahmen wird als Meßwert der Tragfähigkeit der Verformungsmodul, auch Verformungsmaß oder Elastizitätsmodul genannt, benutzt. Dieser bodenphysikalische Kennwert wird mit dem **Plattendruckversuch** ermittelt.

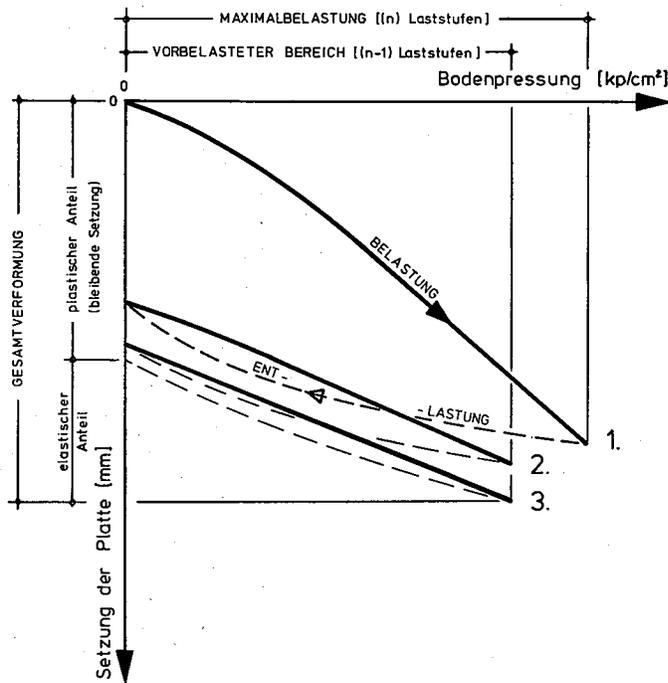


Abb. 24: Druck-Setzungs-Linien

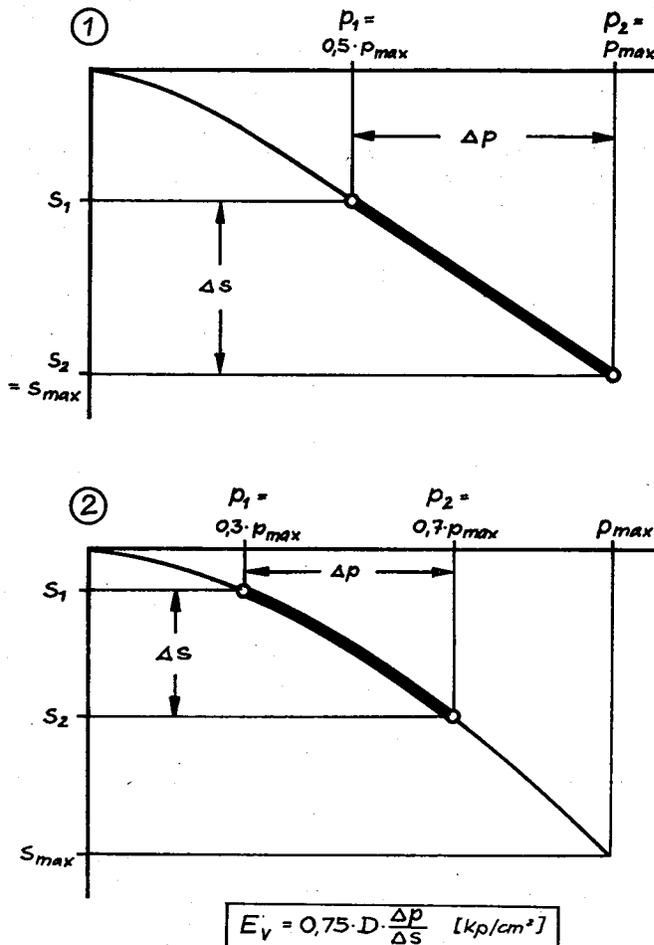


Abb. 25: Ermittlung des Verformungsmoduls E_v für die Erstbelastung

Plattendruckversuch:

Wird eine Bodenoberfläche belastet, gibt sie um ein bestimmtes Maß nach. Diese „Setzung“ besteht aus einer plastischen und einer elastischen Verformung des Bodens. Bei jedem Lastwechselspiel bildet sich die elastische Verformung nach Wegnahme der Auflast wieder voll zurück, während sich die plastischen Verformungen addieren und zu einer „Dauersetzung“ der Oberfläche führen. Je geringer der Anteil der plastischen Verformung bei den einzelnen Lastwechselspielen ist, um so hochwertiger ist der Boden anzusehen. Gerade bei Spiel- und Sportflächen sollte auf ein möglichst elastisches Bodenverhalten Wert gelegt werden.

a) Versuchsdurchführung

Eine Kreisplatte mit 30 oder 60 cm Durchmesser wird schrittweise zunehmendem Druck belastet und auf diese Weise um jeweils bestimmte Maße in den Boden gepreßt. Nach Erreichen des Höchstdrucks wird die Platte in festgelegten Schritten entlastet. Die bei den Laststufen unter der Platte auftretenden Bodenpressungen werden mit einem Manometer gemessen und die dazugehörigen Setzungen relativ zu einem feststehenden Bezugshorizont (Meßbrücke) abgelesen. Die Bodenpressungen und Setzungen werden punktwise in einem Diagramm eingetragen und durch eine Linie miteinander verbunden (s. Abb. 24). Diese Kurve stellt eine „Druck-Setzungs-Linie“ dar. Die rücklaufende Entlastungslinie zeigt bei völliger Entlastung der Platte die sich aus dieser Lastschleife ergebende plastische (bleibende) Verformung des Bodens an. Für die Beurteilung der Bodenverhältnisse bei Sportplatzbaumaßnahmen wie auch beim Erd- und Wegebau ist stets eine zweite Lastschleife erforderlich. Diese wird ggf. durch eine dritte Lastschleife überprüft. Bei der Zweit- und Drittbelastung wird die höchste Laststufe der Erstbelastung weggelassen. Aus den Drucksetzungslinien wird der Verformungsmodul berechnet. Er stellt im Prinzip die Neigung der einzelnen Belastungskurven dar. Damit ergeben sich für die Lastschleifen verschiedene Werte. Bei ordnungsgemäßer Versuchsdurchführung und einwandfreien Bodenverhältnissen müssen die Verformungsmodul mit der Zahl der Belastungen größer werden. Da die Drucksetzungslinien nur in den seltensten Fällen Geraden darstellen, wird der Verformungsmodul nur für bestimmte Kurvenabschnitte errechnet (s. Abb. 25).

b) Aussagemöglichkeiten

Der aus der Zweitbelastung errechnete Verformungsmodul E_{v2} muß gleich oder größer als der für die jeweilige Bodenschicht in der DIN 18035, Blatt 4 genannte Wert sein. Wird dieser Wert nicht erreicht, ist die Tragfähigkeit der überprüften Bodenschicht für das Objekt zu niedrig. Abhilfe kann in diesem Fall nur durch nochmalige Verdichtung, eine Bodenverbesserung oder sogar nur durch einen Bodenaustausch bewirkt werden.

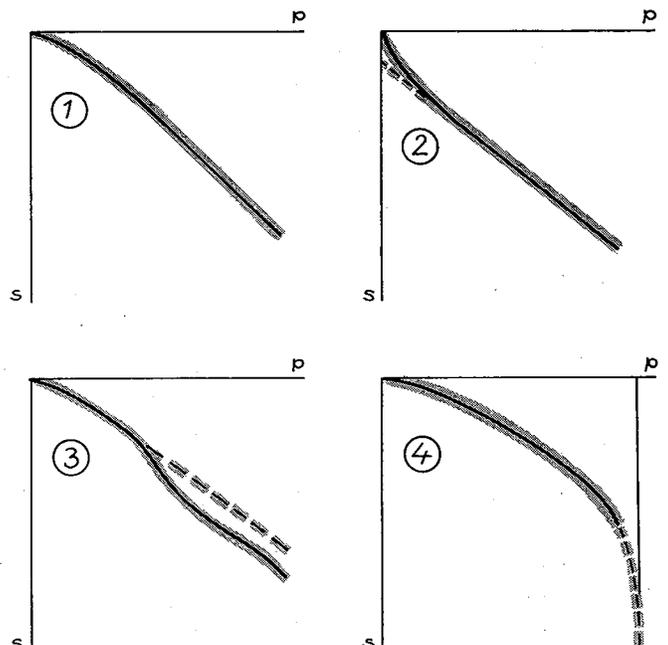


Abb. 26: Erstbelastungskurven beim Plattendruckversuch

Das Versuchsergebnis ist aber auch dann als unzureichend zu bezeichnen, wenn der E_{v2} -Wert größer als das 2,2fache des Verformungsmoduls aus der Erstbelastung ist (nach DIN 18035, Blatt 4 und 5). In diesem Fall würde der Boden durch die erste Belastung noch extrem verdichtet, die plastische Verformung wäre damit unzumutbar groß. Das Verhältnis von E_{v2} zu E_{v1} spielt jedoch keine Rolle mehr, wenn der E_{v1} -Wert wenigstens 60 % des minimal erforderlichen E_{v2} -wertes beträgt.

Damit ist durch den Plattendruckversuch nicht nur die direkte Messung der Tragfähigkeit möglich, sondern auch eine Prüfung der Arbeitsleistung des Unternehmers.

Außer dem absolut berechenbaren Verformungsmodul liefert die Drucksetzungslinie der Erstbelastung weitere Anhaltspunkte zur Beurteilung der Bodenqualität. In der Abbildung 26 sind vier charakteristische Erstbelastungskurven zusammengestellt. Die Kurve 1 stellt einen optimalen Verlauf dar. Sie weist nur im Anfang eine Krümmung auf. Die Kurve 2 zeigt auch nur im Anfang eine Krümmung, die jedoch allmählich flacher wird. Dieses weist auf eine nachträgliche Auflockerung der obersten Zentimeter der geprüften Bodenschicht hin. Nach anfänglich starker Setzung liegt jedoch auch hier ein guter Kurvenverlauf vor. U. U. müßte vor Überschüttung der geprüften Schicht mit einem leichten Gerät nochmals nachverdichtet werden. Die Kurve 3 zeigt einen unstetigen Kurvenverlauf, der auf Störungen beim Versuchsablauf hinweist (evtl. Verschiebung der Meßbrücke, zeitweise Haken der Meßuhren usw.). Aus derartigen Kurven können keine brauchbaren Versuchsergebnisse ermittelt werden. Die Kurve 4 zeigt im Gegensatz zu den anderen Bildern eine mit steigender Belastung immer größer werdende Setzung. Dieses deutet auf eine Überlastung des Bodens hin. Reicht der noch normal gekrümmte Bereich und die dazugehörigen geringen Belastungen für das Objekt nicht aus, müssen die Bodenverhältnisse als ungenügend bezeichnet werden. Der Boden neigt unter Belastung zum Grundbruch oder Geländebruch. Die Gründe hierfür müssen nicht unbedingt in den obersten Bodenzentimetern liegen, sondern können auch aus tieferen, weniger tragfähigen Bodenschichten stammen. Das Auffinden dieser Bodenschichten ist jedoch eine Aufgabe der Bodenerkundung.

Nach DIN 18035, Blatt 4 sind im Normalfall je 2000 m² Spielfeldfläche an zwei nahe beieinanderliegenden Stellen Plattendruckversuche durchzuführen. Dies heißt, daß bei einem Normalspielfeld im Grunde nur 4 oder 5 eigentliche Prüfstellen untersucht werden. Diese Stellen liegen relativ weit voneinander entfernt, so daß eine exakte Aussage über die Gleichmäßigkeit der Bodenverhältnisse kaum möglich ist. Gerade die Gleichmäßigkeit stellt jedoch einen der wesentlichen Güte-

maßstäbe bei Spiel- und Sportflächen dar und sollte deshalb zumindest bei hochwertigen Sportanlagen oder bei kritischen Bodenverhältnissen überprüft werden. Das grobmaschige Netz der Plattendruckprüfstellen muß somit verdichtet werden. Möglichkeiten hierzu sind:

Die Anwendung von **leichten Schlagsonden**, die jedoch erst ab ca. 0,2 m Tiefe brauchbare Ergebnisse liefern (s. auch Kapitel 4.1).

Das **Befahren** der jeweils zu prüfenden Schicht **mit einem Lkw** mit rd. 2 Mp Radlast. Aus der Fahrspurtiefe können Rückschlüsse auf veränderliche Tragfähigkeit gezogen werden. Kritisch erscheinende Stellen können gezielt überprüft werden. Die Anwendung des **Benkelman-Balkens**, der sowohl Setzungsmessungen wie auch vereinfachte Messungen der Tragfähigkeit in wesentlich kürzerer Zeit als der Plattendruckversuch ermöglicht. Dieser Versuch ist bisher nur im Bereich des Straßenbaus eingesetzt worden, seine Anwendung im Bereich des Sportplatzbaus verdient m. E. jedoch einer Erwägung.

Zusammenfassung

Die Thematik dieses Beitrags beschäftigt sich in erster Linie mit bautechnischen und bodenmechanischen Problemen und weniger mit bodenkundlichen Fragen.

Nach Darlegung der bautechnischen Aufgaben und der bodenphysikalischen Forderungen wird auf die Faktoren eingegangen, die die Qualität des Erdbaustoffes beeinflussen. Anschließend werden die wichtigsten bodenphysikalischen Versuche geschildert, die im wesentlichen zwei Aufgaben zu erfüllen haben: erstens sollen sie die Eignung des Baustoffs Boden für das jeweilige Objekt feststellen (Eignungsprüfung) und zweitens sollen sie die Qualität des fertigen Bauwerks prüfen (Kontrollprüfung). Dabei wird vor allem auf die Kenngrößen eingegangen, die aus der Kornverteilung, den Konsistenzgrenzen und der Verdichtbarkeit abgeleitet werden können.

Summary

This article deals mainly with problems in the fields of buildings techniques and soil mechanics, much less with soil science problems.

It elaborates first of all the work required as far as the building techniques are concerned, it then mentions the requirements regarding the physical set-up of the soil, indicating finally those factors which influence the quality of the soil as a building material. This is followed by a description of the main experiments relating to the physical set-up of the soil, which were conducted for the purpose of a) testing the suitability of soil as a building material for the object concerned (suitability test) and b) testing the quality of the construction (control test). Special mention is made of the key figures, which can be derived by judging the distribution of the grain, the consistency and its limits and the final density of the layers.

Aus der internationalen Literatur

Reaktion von Gräsern und Leguminosen auf den pH-Wert des Bodens (Responses of grasses and legumes to soil pH). A. J. PALAZZO, R. W. DUELL; *Agronomy Journal* 66. 678–682, 1975.

Nachdem die Reaktion von Pflanzenarten auf den pH-Wert des Bodens in der Literatur bereits ausführlich beschrieben ist, wurden Untersuchungen durchgeführt, um das Verhalten von 19 Sorten verschiedener Gräser und Leguminosen zu studieren. Der pH-Wert des sandigen Lehmbodens lag zwischen 4,2 und 7,6.

Gemessen am Pflanzengewicht ergaben die Untersuchungen bei *Festuca rubra*-Pennlawn und Highlight ein ab pH 4,2 linear fallendes Aufwuchsgewicht, während das Pflanzengewicht aller anderen Arten und Sorten innerhalb des pH-Bereichs von 4,2–7,6 eine typische Optimumkurve ergab. Dabei lag das Optimum bei Sorten von *Poa pratensis* und *Lolium perenne* etwa bei 4 bis 6,5, bei *Medicago sativa*, *Lotus corniculatus* und *Trifolium repens* zwischen 6 bis 7 bzw. 6,5 bis 7,0. Gewisse Sortenunterschiede deuteten sich an.

Die abweichende Reaktion von *Festuca rubra* wird mit dem geringen Aluminiumgehalt im niedrigen pH-Bereich in Beziehung gebracht, während bei *Poa pratensis* und *Lolium perenne* hier toxische Al-Konzentrationen auftraten. Demgegenüber wirkte Mangan im niedrigen pH-Bereich nicht toxisch. W. Skirde, Gießen

Toleranz von fünf kälteverträglichen perennierenden Gräsern gegenüber selektiven Herbiziden (Tolerance of cool-season perennial grasses to selected herbicides). C. L. CANADE; *Agronomy Journal* 66. 683–686, 1975.

Die Ermittlungen wurden bei Samenbauversuchen mit Propham, Chlor-

propham, Dicamba und 2,4 D zu *Poa pratensis*, *Bromus inermis*, *Dactylis glomerata*, *Agropyron desertorum* und *Festuca rubra* durchgeführt. Der Samenretrag dieser Arten wurde nicht durch Propham oder Chloropham, verabfolgt im September mit 3,4 und 4,5 kg/ha, reduziert. Reduktionen traten aber bei 5,6 kg/ha Propham im September zu *Dactylis glomerata* und der gleichen Menge Chlorpropham im September zu *Festuca rubra* ein. Ebenso führte 4,5 kg/ha Dicamba im September zu *Poa pratensis* zu keiner Ertragsdepression, wohl aber eine geringere Aufwandsmenge im April. Andere Arten erwiesen sich gegenüber Dicamba als weniger tolerant.

Diese und andere Ergebnisse mit Aufwandsmengen und Anwendungszeiten werden ausführlich beschrieben, auch in Beziehung zur Samenkeimung.

Einfluß von Stickstoffquelle, Stickstoffmenge und Anwendungszeit auf Wachstum und Kohlenhydratgehalt von Merion-Wiesenrispe (Effect of Nitrogen source rate, and timing on growth and carbohydrates of Merion Bluegrass). T. L. WATSCHKE, D. V. WADDINGTON; *Agronomy Journal* 66. 691–696, 1975.

Stickstoffdüngung stimuliert das Rasenwachstum und reduziert deshalb den Kohlenhydratgehalt. Die Resistenz der Rasengräser gegenüber Strebfaktoren wie Hitze, Trockenheit und Krankheiten wird aber durch höheren Kohlenhydratgehalt verbessert. Ziel der durchgeführten Versuche war, den Einfluß verschiedener N-Düngungsfaktoren auf Wachstum und Gehalt an löslichen Kohlenhydraten zu ermitteln. Gedüngt wurde mit Urea, Ureaformaldehyd, aktiviertem Klärschlamm, Isobutyldiurea und Urex (Urea-Paraifinkombination).

Die Wachstumsstimulation der langsamwirkenden Dünger verringerte die Kohlenhydrate bei hohen Temperaturen, die bessere Wachstumsausgeglichenheit trat jedoch bei Teilgaben dieser Dünger ein. Urex förderte das Frühjahrswachstum im Vergleich zu anderen langsamwirkenden Düngern am stärksten, beeinträchtigte aber auch am meisten den Kohlenhydratgehalt bei warmem Wetter.

Zusammenhänge zwischen Stickstoffeffektivität, Feuchtigkeit und Temperatur einerseits und dem Stoffwechsel in Verbindung mit der physiologischen Reaktion von *Poa pratensis* andererseits werden vornehmlich auch im Hinblick auf Übergangszonen diskutiert. W. Skirde, Gießen
Ostseewasser für Rasengräser (Östersjövattnen till grönytor). S. O. DAHLSSON; Weibulls Gräs-tips 17. 3-10, 1974.

An der schwedischen Ostseeküste reichen die Niederschläge für eine gute Rasenentwicklung nicht aus, so daß sich die Frage nach der Verwendung von Ostseewasser ergibt. Allerdings muß die Beregnung mit Ostseewasser unter Berücksichtigung von Wasseraufnahme, Boden- und Pflanzenarten erfolgen.

Wasseraufnahme durch Pflanzen setzt einen höheren osmotischen Druck in den Pflanzen als im Boden voraus. Salz erhöht aber den osmotischen Druck des Bodens und reduziert die Wasseraufnahme. Der toxische Grenzwert wird wegen der geringeren Wasserkapazität bei sandigen Böden eher als auf Ton erreicht, andererseits tragen Winterniederschläge zum jahreszeitlichen Ausgleich durch Auswaschung bei.

Bei der Beregnung mit Salzwasser sollte jeweils nicht über Feldkapazität berechnet werden, ferner sollte der Boden zwischen den Beregnungen nicht zu sehr austrocknen, da besonders die starken Veränderungen der Salzkonzentration die Pflanzen beeinträchtigen. Auch sollten Dünger mit einem geringen Chlorgehalt verwendet, P, K und Ca aber nicht unberücksichtigt gelassen werden. Bei der Neuanlage von Rasenflächen ist außerdem auf gute Bodenstruktur bzw. Wasserdurchlässigkeit und auf die Wahl salztoleranter Gräser zu achten. W. Skirde, Gießen

Die Fußballsaison in Schweden vom Grasstandpunkt (Fotbollssäsongen i Sverige från grössynpunkt). S. O. DAHLSSON; Weibulls Gräs-tips 17. 11-17, 1974.

Die Fußballsaison sollte in dem Zeitraum der besten Belastbarkeit von Rasengras und Rasenboden stattfinden. Die Rasendecke muß sich deshalb im aktiven Wachstumsstadium und nicht im Zustand der Ruhe befinden. Das bedeutet, daß die Wachstumsperiode des Rasens 30 Tage länger als die Spielzeit sein soll. Dies läßt sich in Schweden durch regionale Anpassung der Spielzeit an die ökologischen Verhältnisse erreichen. Die Spielzeit sollte aber im Herbst im Hinblick auf die höheren Niederschläge im September und Oktober verkürzt werden.

W. Skirde, Gießen

Rasenerstörung durch Bibioniden und Vögel (Gräsyta skadad av härmyggelarver och fåglar). S. O. DAHLSSON; Weibulls Gräs-tips 17. 25-27, 1974.

Im Spätwinter und Frühjahr 1975 sind in verschiedenen Teilen West- und Nordeuropas zum Teil extreme Rasenschäden durch Insekten und Vögel aufgetreten. Über entsprechende Schäden auf 2 Fairways des Golfplatzes von Landskrona in Schweden, die 1974 eintraten, wird berichtet.

Im März 1974 stellten sich auf den Fairways verschiedene Vogelarten auf Suche nach Larven von Bibioniden (*Bibio hortulanus*) ein. Auf zerstörten Flächen wurden im Mittel 35 derartiger Larven pro dm² festgestellt, mit einer Variation von 15-50 Larven pro dm². Diese Larven trennen die Rasendecke von ihrer Bewurzelung. Da das Larvenstadium aber sehr kurz ist, ist eine Insektizidbehandlung normalerweise unwirksam. Die Schäden lassen sich auf Fairways dagegen rasch durch Nachsaat und Extradüngung überwinden. W. Skirde, Gießen

Fritfliegen noch vorhanden (Fritflugor finns fortfarande). S. O. DAHLSSON; Weibulls gräs-tips 17. 28-31, 1974.

Im Jahre 1974 haben Fritfliegen in Schweden wieder beträchtlichen Schaden angerichtet. Der Befall konzentrierte sich auf den Südwestteil des Landes, so daß Witterungseinwirkungen als Ursache angenommen werden.

Fritfliegenbefall wurde in verschiedenen zurückliegenden Jahren beobachtet, wobei alle Grasarten betroffen waren. Befallsangaben liegen aus Schweden, Finnland, Norwegen, Dänemark und Deutschland vor. Dieser Tatbestand sollte Warnung für alle Greenkeeper sein, um Befallserscheinungen zu beobachten und an präventive Behandlungen zu denken. Dazu haben sich Drazinon, Dimethoat und Metoxychlor bewährt.

W. Skirde, Gießen

Sorten von *Lolium perenne* zur Rasennutzung: Beschreibung (Cultivars of perennial ryegrass for turf use: Descriptive notes). Anonym. J. Brit. Sports Turf Res. Inst. 50. 9-33, 1974.

Über 70 Sorten von *Lolium perenne* werden auf Raseneignung bewertet und stichwortartig beschrieben. Diese zusammenfassende Beurteilung stützt sich im wesentlichen auf Versuchsergebnisse des Sports Turf Research Institute, Bingley, des National Institute of Agricultural Botany, Cambridge, des Instituut voor Rassenonderzoek, Wageningen, und des Bundessortenamtes Hannover-Bemerode. W. Skirde, Gießen

Weitere Beurteilung der Effektivität eines langsamwirkenden Stickstoffdüngers für Sportrasen (Further assessment of the effectiveness of a slow release nitrogen fertilizer on sports turf). A. R. WOOLHOUSE; J. Brit. Sports Turf Res. Inst. 50. 34-46, 1974.

Es wird über die Fortführung eines Versuches mit Gold-N berichtet, einem schwefelummüllten Urea-Dünger. Die Wirkung war bei einem Rasen mit *Lolium* und 2 cm Schnitthöhe besser als bei einem feinen Rasen mit 5 mm Schnitthöhe. Vermutlich wurde bei Tiefschnitt Dünger wieder aufgenommen.

Im ganzen ergab der Versuch, daß eine einmalige Frühjahrsgabe mit verschiedenen hohen Mengen an Gold-N nicht die ganze Vegetationsperiode hindurch wirkte, wohl aber eine Teilung der Gesamtmenge in Frühjahr- und Sommerdüngung. Außerdem verringerte Gold-N den pH-Wert in der oberen Bodenschicht weniger als der Vergleichsdünger Ammoniumsulfat. W. Skirde, Gießen

Chromosomenzahlen von Sorten von *Festuca rubra* L.: Erste Schritte zu einer Klassifikation (Chromosome numbers of some cultivars of *Festuca rubra* L.: Preliminary steps towards a classification). K. M. PEARSON; J. Brit. Sports Turf Res. Inst. 50. 59-64, 1974.

Es wird eine Methode zur Bestimmung der Ploidiestufe von Sorten der Art *Festuca rubra* beschrieben. Nach dieser Methode wurden 33 Sorten untersucht. In Anlehnung an die neue Taxonomie des Instituts für Sortenprüfung in Wageningen und der Rutgers Universität werden die Sorten in die 3 Unterarten „commutata“, „rubra“ und „trichophylla“ eingeordnet, wobei Sorten wie Dawson und Golfrod der Subspecies „trichophylla“ zugerechnet werden. W. Skirde, Gießen

Das Verhalten von potenten Rasengräsern unter französischen Klimaverhältnissen (The behaviour of the principal turfgrasses under french climatic conditions). B. BOURGOIN; J. Brit. Sports Turf Res. Inst. 50. 65-80, 1974.

Das Interesse für Rasen wächst in Frankreich ständig. Einen Eindruck von der wirtschaftlichen Bedeutung gewinnt man bei Betrachtung des Saatgutverbrauchs, der von 1966 bis 1973 von 50 000 auf 90 000 dz gestiegen ist. Fast das gesamte Saatgut wird importiert. Dies ist der Grund, daß besonders seit 1969 auf breiter Basis und intensiv Rasenforschung betrieben wird. Hierüber wird von einer Darstellung der typischen Klimagebiete Frankreichs und der Beschreibung der Versuchsanstellung ausgehend berichtet. Im Mittelpunkt der Ergebnismitteilung stehen Fragen der Krankheitsresistenz, des Sommerverhaltens unter verschiedenen Trockenheitsbedingungen, der Winterfarbe und der Belastbarkeit von Arten und Sorten. W. Skirde, Gießen

Pflege von Rasensportplätzen in den Niederlanden. J. P. van der HORST und H. A. KAMP; Das Gartenamt 24. 601-603, 1975.

Gemessen an der Bundesrepublik ist die Pflege von Rasensportplätzen in den Niederlanden beispielhaft. Dort wurde erkannt, daß nur ein sachgerechter Bau nach dem Prinzip der Wasserdurchlässigkeit zusammen mit einer umfassenden Pflege, die sowohl die Erhaltung bzw. Regeneration der Rasendecke als auch die ständige Instandhaltung der Rasentragschicht einschließt, eine Sportfläche funktionstüchtig hält.

Auf diesen Grundsätzen baut die Darstellung der Rasensportplatzpflege in den Niederlanden auf, wobei Schnitt, Düngung, Sanden, Löchern, Walzen, Abkehren, Nachsäen oder Ausbessern, Unkrautbekämpfung und Wartung der Dränung behandelt werden. Bemerkenswert ist der Hinweis auf die Notwendigkeit des alljährlichen Besandens in 1 bis 2 Gaben und des Löcherns in 12 Arbeitsgängen pro Jahr mit der Messerwalze (Schlitzgerät). W. Skirde, Gießen

Fertigrasen: Qualität - Verwendung. W. OPITZ v. BOBERFELD; Neue Landschaft, Jahrgang 1975, 477-481.

Die Verwendung von Fertigrasen, vor allem für den Sportplatzbau, ist im Ansteigen begriffen. Insofern ist die Kenntnis der Qualität der Fertigrasenproduktion von zunehmender Bedeutung. Diese Qualität bezieht sich auf die Rasendecke, ihre botanische Zusammensetzung einschl. Unkrautbesatz einerseits und den Anzuchtboden zum anderen.

Aus dieser Sicht wird über Fertigrasenbestände in 4 Anzuchtgebieten berichtet, die in Norddeutschland, in Westdeutschland, in Südwestdeutschland und in den Niederlanden liegen. Bei den Anzuchtflächen handelt es sich im großen und ganzen um Feinsandböden mit Anteilen an abschlämmbarem Material (unter 0,02 mm) von 10-20%.

W. Skirde, Gießen

Wie bekommt man einen schönen Rasen (How to have a beautiful lawn). J. B. BEARD; Intertec Publishing Corp. Kansas City, Missouri, 112 S. 1975.

In USA existieren seit Jahren schon Lehrbücher über Rasengräser und Rasenkultur, ebenso spezielle und weitergefaßte Zeitschriften zu dieser Thematik.

Nun hat Professor J. B. BEARD, Michigan State University, East Lansing, eine hervorragend illustrierte populärwissenschaftliche Schrift vorgelegt, die in kurz und verständlich gefaßter Form alle wesentlichen Gesichtspunkte über Rasenanlage und Rasenpflege enthält. Das im DIN A 4-Format herausgegebene neue Rasenbuch gliedert sich in folgende Abschnitte:

1. Rasengräser, Eigenschaften, Sorten und Mischungen für verschiedene Bereiche;
2. Rasenanlage mit Bodenvorbereitung, Aussaat, Saatzeit, Fertigrasen, Fertigstellungspflege u. a.;
3. Rasenpflege mit Pflegekalender;
4. Unkrautbekämpfung;
5. Rasenkrankheiten und Rasenschädlinge;
6. Bodenverbesserung unter besonderer Berücksichtigung von Bodenreaktion, Verdichtung, Trockenheit, Versalzung, Nässe;

7. Wirkung äußerer Einflüsse wie Schatten, Sommertrockenheit und Hitzestress, Winterruhe;
8. Beachtung von Gelegenheitsproblemen, die mit Mähen, Nährstoffmangel, Verfilzung und Kostenfragen verbunden sind.
9. Rasenregeneration;
10. Anforderungen an einen Rasenpflegedienst;
11. Begriffserklärungen;
12. Stichwortverzeichnis.

W. Skirde, Gießen

Bürger, K., Gräser-Sortenbezeichnungen. 64 Seiten. Hortus-Verlag, Bad Godesberg, 1975. 10,- DM.

Durch die intensive Zuchtarbeit der letzten Jahre hat die Zahl der Sorten bei Futterpflanzen und insbesondere bei den Gräsern in allen Ländern, die sich hiermit befassen, sehr stark zugenommen, nicht zuletzt auch dadurch, daß sich bei einigen Grasarten die Züchtung jetzt auch mit besonderen Sorten für die Rasennutzung befaßt. Auf dem Saatgutmarkt ist daher das Angebot stark angestiegen und selbst für den

Fachmann in vieler Hinsicht nicht mehr überschaubar. Dazu kommt, daß durch die Schaffung neuer Rechtsvorschriften manche Namen von Sorten geändert werden mußten oder daß sie zum Teil verschieden in den Ländern sind, je nach den dort gültigen gesetzlichen Bestimmungen.

Es ist daher ein sehr verdienstvolles Werk, das der Autor geschaffen hat, indem er nach dem Stand vom 1. 4. 1974 eine erste Übersicht über die Gräser-Sortenbezeichnungen erstellte. In der Arbeit sind 810 Sorten von 27 Grasarten erfaßt, wobei die Eintragungen in amtliche Listen bzw. die Verkehrsfähigkeit in 25 Ländern berücksichtigt wurden. Die Sortenbezeichnungen sind in einer Liste zunächst nach dem Alphabet geordnet, danach nochmals getrennt nach Arten und dann nach den Ursprungsländern. Sehr wichtig ist auch eine Übersicht über die Synonyme bei den Gräser-Sortenbezeichnungen.

P. Boeker, Bonn

Mitteilungen

Fachgebiet Rasenforschung des Fachbereichs Umweltsicherung der Justus Liebig-Universität Gießen, Schloßgasse 7

- * Im Rahmen einer Reform der agrarwissenschaftlichen Ausbildung an der Justus Liebig-Universität Gießen, die in Zusammenarbeit mit einer überregionalen Studienreformkommission vorgenommen wurde, ist eine neue Studienrichtung „Umweltsicherung und Entwicklung ländlicher Räume“ konzipiert worden, die mit Beginn des Wintersemesters 1975/76 in Kraft getreten ist. Innerhalb dieser Studienrichtung finden nunmehr in dem Diplomhauptfach „Landschaftsentwicklung“ – erstmals in einem universitären Studiengang in der Bundesrepublik Deutschland – studienplanmäßig fest verankerte, selbständige und prüfbare Lehrveranstaltungen über „Vegetationstechnik – Rasenflächen“ (Landschaftsbauliche Vegetationstechnik) statt, die sich in Vorlesungen, Praktika, Seminare und Exkursionen gliedern. Diese Lehrveranstaltung innerhalb des Diplomhauptfaches „Landschaftsentwicklung“ wird zur besonderen Vertiefung, z.B. für entsprechende Diplomarbeitskandidaten, durch ein Pflichtwahlfach „Ökologie der Begrünungspflanzen und Bepflanzungsplanung“ ergänzt.
- * Rund 100 Teilnehmer des 4. Gießener Kolloquiums für Abfallwirtschaft, darunter Vertreter aus Schweden, Holland,

Luxemburg, Schweiz, Österreich, Polen, Jugoslawien, Ägypten und Südafrika besichtigten am 19. IX. 1975 auf dem Versuchsfeld des Fachgebiets Rasenforschung in Leihgestern bei Gießen Versuche zur Verwertung von Klärschlamm im Grünflächen- und Sportplatzbau. Es handelt sich um Versuche zur Bodenverbesserung für Rasen- und Pflanzflächen, um die Herstellung technischer Böden im Sinne durchlässiger Rasen- und Vegetationsschichten aus Klärschlamm und Sand bzw. Klärschlamm, Torf und Sand sowie um Untersuchungen zur Nährstoffauswaschung. Dieses interdisziplinäre Vorhaben wird in enger Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet Vorratsschutz und dem Zentrum für Ökologie des Fachbereichs Humanmedizin durchgeführt.

- * Am 24. und 25. Oktober veranstaltete der Fachbereich Landespflege der Fachhochschule Osnabrück seine diesjährigen Kontaktstudientage. Hierbei hielt Dr. W. SKIRDE, Gießen, einen Vortrag über „Extreme Flächen und ihre Begrünung“.
- * Anlässlich des 4. Internationalen Kongresses „Sportstättenbau und Bäderanlagen“, der in der Zeit vom 5. bis 8. November 1975 vom Internationalen Arbeitskreis Sportstättenbau veranstaltet wurde, referierte im Forum I „Sportböden“ Dr. W. SKIRDE, Gießen, über „Sportböden – Rasensportfelder“.

Wegbereiter für besseres Rasensaatgut

Inbegriff für höchste Qualität



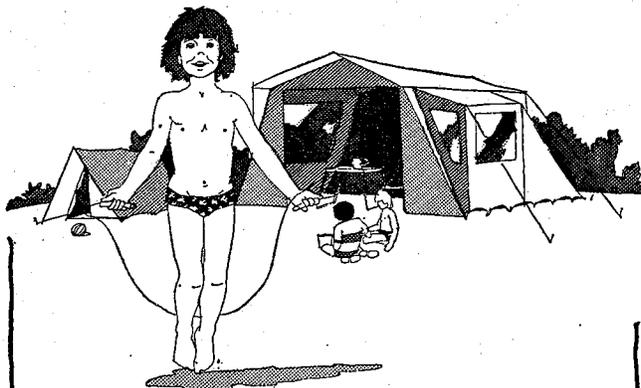
der rasenspezialist

Rasensmischungen Einzelgräser Fertigrasen
 Aktuelle Fachberatung in allen Rasenfragen, Sport- und
 Freizeitzentren auf der Grundlage von DIN 18035/18917.
 Mit ENKAMAT® zu witterungsunabhängigen, immer
 bespielbaren Rasensportplätzen.

JULIUS WAGNER

6900 Heidelberg 1 – Postfach 1880 – Telefon 2 77 75 / 2 83 07

JULIUS WAGNER HEIDELBERG



*hervorragende Komponenten
für Spiel- und Sportrasen*

Delft * *Wiesenrispe*

*unkrautfreies Saatgut
startfreudig
schöne, dunkelgrüne Farbe,
auch im Spätherbst
rasche Frühjahrsentwicklung
keinen Rostbefall
gute Narbebildung
sehr trittfest*

**DIE WIESENRIPE MIT
DER GRÖSSTEN VERBREITUNG!**

Perma *

*Dt. Weidelgras
späte, feinblättrige Sorte
schnelle Entwicklung
schöne Farbe
gute Narbebildung
sehr trittfest
keinen Rostbefall*

* geschützte Sorte

Züchter:



CEBECO-HANDELSRAAD

Postfach 182 Rotterdam Holland

12841

Fertigrasen

Golf- und Zierrasen
Sport- und
Böschungsrasen
aus den besten
Zuchtgräsern



Niedersächsische Rasenkulturen
Strodthoff & Behrens

2831 Groß Ippener · Annen Nr. 2
Telefon (0 42 24) 2 68

optimax® Zuchtsorten-Rasen

aus den weltbesten Rasen-
gräsern neuester Züchtung!
optimale Schnitt- und Pflege-
armut, Unkrautverdrängung
maximale Schönheit, dauer-
hafte Narbe. Prospekte von

optimax Saatenvertriebs GmbH
7410 Reutlingen Postfach 233

Problemlose Düngung mit cornu-fera® und hornoska®-Dünger...

- Bei Neuanlage und Pflege ...
- bei rationellem
und wirkungsvollem Einsatz ...
- bei Gewährleistungs-Garantien ...
- bieten cornu-fera®
und hornoska®-Dünger absolute
Sicherheit.

Aus unserem Düngerprogramm:

Rasendünger: cornu-fera®
hornoska-golf®
mit und ohne Unkrautvernichter
golf® 38

Dünger für Garten und Landschaft

hornoska® – Spezialdünger
organisch-mineralisch

hornoska® – Humusdünger
organisch

hornphos®, Hornspäne, Rhizinussschrot
organisch

BAUMFUTTER nach Michael Maurer
Bezug durch Fachhandel und Genossenschaften

Technische Unterlagen
durch

GÜNTHER
CORNUFERA GMBH
8510 Fürth/Bayern, Postf. 303

