

RASEN

TURF | GAZON

GRÜNFLÄCHEN BEGRÜNNUNGEN

2

77

Internationale Zeitschrift für Vegetationstechnik
im Garten-, Landschafts- und Sportstättenbau
für Forschung und Praxis

RASEN

TURF | GAZON

GRÜNFLÄCHEN BEGRÜNUNGEN

Juni 1977 - Heft 2 - Jahrgang 8

Hortus Verlag GmbH · 53 Bonn-Bad Godesberg 1

Herausgeber: Professor Dr. P. Boeker, Bonn Dr. W. Skirde, Gießen

Veröffentlichungsorgan für:

Deutsche Rasengesellschaft e. V., Kölner Straße 142-148
3 Bonn - Bad Godesberg 1

Fachgebiet Rasenforschung des Fachbereichs Umwelt-
sicherung der Justus Liebig-Universität, Schloßgasse 7/
Sandplatz, 63 Gießen

Vereniging van Sportaccommodaties van de Nederlandse
Sportfederatie, Arnhem, Nederland

Institut für Grünraumgestaltung und Gartenbau an der
Hochschule für Bodenkultur, Peter Jordan-Str. 82, Wien

The Sports Turf Research Institute
Bingley - Yorkshire / Großbritannien

Institut für Pflanzenbau der Rhein. Friedrich-Wilhelm-
Universität - Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau,
Katzenburgweg 5, Bonn

Institut für Landschaftsbau der TU Berlin, Lentzeallee
76, Berlin 33 (Dahlem)

Landesanstalt für Pflanzenzucht und Samenprüfung,
Rinn bei Innsbruck/Österreich

Institut für Landschaftsbau der Forschungsanstalt Gei-
senheim, Geisenheim, Schloß Monrepos

Fachgebiet Grünflächenbau am Institut für Grünplanung
und Gartenarchitektur der TU Hannover, Herrenhäuser
Straße 2, Hannover

Société Nationale d'Horticulture de France Section
"Gazons", 84 Rue de Grenelle, 75007 Paris

Aus dem Inhalt:

- 32** Grußwort an die III. Internationale Rasen-
konferenz in München
Welcome to the Third International Turfgrass
Research Conference in Munich
Souhails de bienvenue à la III^{ème}
Conférence Internationale des Gazons
à Munich

- 33** The value of slender creeping red
fescue in the U.L.
J. P. Shildrick, Bingley, U.K.

- 36** Zur Unterscheidung verschiedener
Wuchstypen beim Rotschwengel
(*Festuca rubra* L.) W. Münzer, Freising

- 40** Zur Bestimmung des modifizierten
Wasserschluckwertes
H. Franken, Bonn

- 44** Natürliches Vorkommen von *Poa supina*
auf Sportplatzrasen in Tirol
L. Köck und A. Walch, Rinn-Innsbruck

- 47** Grass sportsfields: Toplayer compaction and
soil aeration
A.L.M. Van Wijk, W. B. Verhaegh and J. Beuving,
Wageningen

- 52** Conditions for the application of a new
growth regulator Mbr 12 325 on a sward
of red fescue
D. Cairol, Saint-Germain-en-Laye
C. Chevallier, Versailles
D. Monnet, Saint-Germain-en-Laye

- 55** Wasserspannungskurven verschiedener im
Landschaftsbau verwendeter Baustoffe
R. Horn, Berlin

- 57** Schäden durch Haarmücken-Larven
(Bibioniden) im Olympia-Gelände in München
J. Krüger, Freising-Weihestephan
C. Mehnert, Freising-Weihestephan
G. Rieder, München

- 59** Summer behaviour of turfgrass species
and cultivars in France
B. Bourgoin and P. Mansat I. Lusignan

- 64** Eine effektive Stollenwalze
F. Riem VIS, Haren, Gr.

Diese Zeitschrift nimmt fachwissenschaftliche Beiträge in
deutscher, englischer oder französischer Sprache sowie
mit deutscher, englischer und französischer Zusammen-
fassung auf.

Verlag, Vertrieb und Anzeigenverwaltung: HORTUS
VERLAG GMBH, Postfach 550, Rheinallee 4 b, 53 Bonn-
Bad Godesberg 1, Telefon (0 22 21) 35 30 30. Verlags-
leitung: R. Dörmann. Anzeigen: Josef A. Zaindl. Gültig
ist die Anzeigenpreisliste Nr. 4 vom 1. 2. 1976. Erschei-
nungsweise: vierteljährlich.

Bezugspreis: Einzelheft DM 8,50, im Jahresabonnement
DM 30,- zuzüglich Porto, incl. 5,5 % MwSt.

Druck: Rheinische Verlagsanstalt, 53 Bonn-Bad Godes-
berg. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nach-
drucks, der fotomechanischen Wiedergabe und der
Übersetzung, vorbehalten. Aus der Erwähnung oder
Abbildung von Warenzeichen in dieser Zeitschrift kön-
nen keinerlei Rechte abgeleitet werden. Artikel, die mit
dem Namen oder den Initialen des Verfassers gekenn-
zeichnet sind, geben nicht unbedingt die Meinung der
Schriftleitung wieder.

Grußwort an die III. Internationale Rasenkonferenz in München

Seit der letzten Internationalen Rasenkonferenz in Blacksburg, USA, sind nun schon vier Jahre vergangen. Diese Jahre haben in aller Welt viel Bewegung auf dem im Vergleich zu anderen Wissensgebieten noch relativ neuen Feld der Rasenforschung und der Rasenbewirtschaftung gebracht. Der erste Anstoß zu dieser Entwicklung wurde schon 1969 auf der Konferenz in Harrogate, England, gegeben, an der aber noch relativ wenige Fachleute aus relativ wenigen Ländern teilnahmen. Hier wurden aber die ersten Anstöße zu einer umfassenderen Kontaktaufnahme und zu einem intensiveren Gedankenaustausch auf internationaler Ebene gegeben. So war dann schon vier Jahre später die Zahl der Teilnehmer doppelt so groß, die zu behandelnden Themengebiete und die der angemeldeten Referate hatten sich stark vermehrt.

Zu der kommenden Konferenz in München vom 11. bis 13. Juli 1977 werden nochmals erheblich mehr Teilnehmer erwartet, und die Zahl der vertretenen Länder hat sich noch mehr auf 21 aus aller Welt erhöht. Dabei ist diesmal jedoch kein zahlenmäßiges Überwiegen eines Landes oder einer Region festzustellen. Die Zahl der angemeldeten Vorträge hat so stark zugenommen, daß die International Turfgrass Society wird entscheiden müssen, ob die künftigen Konferenzen nicht zweckmä-

ßigerweise von drei auf vier Tage oder eine volle Woche verlängert werden sollten.

Auf den Reisen vor und nach der Konferenz soll einem Teil der Teilnehmer ein Einblick in die Rasenforschung in der Bundesrepublik Deutschland, der Schweiz und in Frankreich vermittelt werden. Auch das vorliegende Heft der Zeitschrift „Rasen – Turf – Gazon“, das speziell zur Konferenz erschien, soll mit seinen vielfältigen Beiträgen dazu beitragen, einen Einblick in die Ergebnisse und Probleme der Rasenforschung zu geben.

Auch diese Konferenz hätte ohne die unermüdliche und selbstlose Hilfe vieler Personen, Behörden, Institute und Firmen nicht organisiert werden können. Ihnen allen sei hierfür herzlich gedankt.

Im Namen des Executive Committee und des Organisationskomitees heiße ich alle Teilnehmer an der III. Internationalen Rasenkonferenz willkommen. Ich wünsche allen, daß sie viele Anregungen mit nach Hause nehmen mögen und zugleich auch, daß ihnen die Tage auf der Konferenz im schönen München in angenehmer Erinnerung bleiben.

Peter Boeker

Präsident der Internationalen Turfgrass Society

Welcome to the Third International Turfgrass Research Conference in Munich

Since the last International Turfgrass Research Conference in Blacksburg, USA, there have already passed again 4 years. These years have brought much development all over the world in the field of turf research and turf management, a field which is until now still rather underdeveloped in most countries. The first encouragement in this development was given already at the First Conference 1969 in Harrogate, U. K., at which – as it was the beginning – only rather few experts were present and rather few countries were represented. But here was the start for a more comprehensive contact between the experts and a more intensive exchange of thoughts on an international level. Thus 4 years later the number of participants was twice that at the first conference and the number of themes to be discussed had to be enlarged considerably and they included much more papers than before.

For the coming III International Turfgrass Research Conference in Munich from 11–13 July, 1977 even more participants have to be expected and the number of countries represented there has increased to 21 from all over the world, with no special preponderance of one country or one region. The number of papers offered has increased so much that the International Turfgrass Society will have to decide to prolong the future conferences from 3 days to 4 or a full week.

On the excursions before and after the Conference a part of the participants will be given an insight into the turf research in the Federal Republic of Germany, in Switzerland and in France. This will surely stimulate the discussions during the Conference. Also the various and different papers in the present number of the journal "Rasen – Turf – Gazon" which was specially edited for the Conference are intended to incite these discussions. These papers will contribute to this by pointing out some of the results and of the problems of turf research.

Like the proceedings this Conference could not have been organized without the untiring and unselfish support of many persons, authorities, institutes and firms. To all of them we thank very heartily.

In the name of the Executive Committee and the Organising Committee I welcome all participants of the III International Turfgrass Research Conference. I wish to all of them that they may take with them home many stimulations for their future work and I wish them at the same time that they may remember with pleasure the time spent at the Conference in the beautiful town of Munich.

Peter Boeker

President of the International Turfgrass Society

Souhaits de bienvenue à la III^{ème} Conférence Internationale des Gazons à Munich

Quatre années se sont déjà écoulées depuis la dernière conférence Internationale des Gazons à Blacksburg, aux Etats Unis. La science des gazons, domaine encore relativement jeune, a subi pendant ces années une expansion dans le monde entier. C'est en 1969, à Harrogate en Angleterre, conférence à laquelle ne participa qu'un petit nombre de spécialistes venus de quelques pays, que furent prises les premières initiatives. Là furent établies les bases en vue de rapports plus étroits et d'échanges de vue plus intensifs sur le plan international. Quatre ans plus tard, le nombre des participants avait déjà doublé, les sujets traités et les exposés présentés avaient considérablement augmenté.

Tous attendons encore davantage de participants à la prochaine conférence à Munich du 11 au 13 Juillet 1977. Vingt et un pays y seront représentés, sans qu'on puisse cependant constater la prédominance d'un pays ou d'une région. Le nombre des exposés annoncés a augmenté dans de telles proportions que la Société Internationale des Gazons (International Turfgrass Society) devra décider s'il ne serait pas plus opportun de limiter la durée des conférences à quatre jours ou à une semaine entière.

Les voyages précédant et suivant la conférence permettront aux participants d'avoir un aperçu sur les recherches effectuées dans ce domaine en Allemagne Fédérale, en Suisse et en France ce qui enrichira certainement les discussions. Ce numéro de la revue «Rasen-Turf-Gazon» publié spécialement à l'occasion de cette conférence contribuera aussi par ses exposés nombreux et variés à donner un aperçu sur les résultats et les problèmes des sciences du gazon.

Sans l'aide dévouée de nombreuses personnes, institutions, instituts et sociétés cette conférence n'aurait pu être organisée. A tous un grand merci.

Au nom du Executive Committee et du comité d'organisation je souhaite la bienvenue à tous les participants de la III^{ème} Conférence Internationale des Gazons. Puissent-ils ramener chez eux de nombreuses suggestions et garder de ces quelques jours passés dans la belle ville de Munich un souvenir très agréable.

Peter Boeker

Président de la International Turfgrass Society

The value of slender creeping red fescue in the U. K.

J. P. Shildrick, Bingley, U. K.

Summary

The group of red fescue cultivars, collectively becoming known in the U. K. as slender creeping red fescue, includes several interesting types. For at least some cultivars the botanical name *F. rubra* ssp. *litoralis* seems preferable to ssp. *trichophylla*. The turf value of fifteen cultivars is reviewed in respect of tolerance of close mowing and wear, short growth, tolerance of salt and air pollution, seasonal appearance and disease.

Zusammenfassung

Die Gruppe von Rotschwingelsorten, die in England als „schwach ausläufer-treibender Rotschwengel“ bekannt geworden ist, schließt verschiedene interessante Typen ein. Wenigstens für einige Sorten scheint die botanische Bezeichnung *F. rubra* ssp. *litoralis* anstelle ssp. *trichophylla* wünschenswerter.

Es wird der Rasenwert von 15 Sorten im Hinblick auf Tiefschnitt und Belastung bzw. Ausdauerfähigkeit, Wachstum, Toleranz gegenüber Salz und Bergwerksabraum, jahreszeitlichem Aspekt und Krankheiten beschrieben.

Résumé

Le groupe des cultivars de fétuque rouge connus en Grande-Bretagne sous le nom collectif de «fétuque rouge faiblement rampante» comprend différents types intéressants. La dénomination botanique *F. rubra* ssp. *litoralis* semble, tout au moins pour certains cultivars, plus exacte que ssp. *trichophyllis*. On examine la valeur en gazon de quinze cultivars en tenant compte de leur résistance à une tonte rase et à l'usure, de l'importance de la pousse, de la tolérance au sel et aux déchets de mine, de l'aspect saisonnier et du comportement vis-à-vis des maladies.

Nomenclature

British turfgrass users are getting accustomed to the division of red fescue (*Festuca rubra*) into three groups or subspecies, according to the practical divisions recognized by SKIRDE (1969), adopted in the Dutch Rassenlijst in 1971 and recently described by DUYVENDAK and VOS (1974). These rest on two characters, rhizomes and chromosome number (Table 1). The Sports Turf Research Institute recommends for the two rhizomatous types the English names "slender creeping

red fescue" and "strong creeping red fescue." The names suggested by SCHMIT, DUELL and FUNK (1974) — "creeping" and "spreading" — could mislead U. K. users and are not recommended (SHILDRICK 1976a).

DUYVENDAK and VOS (1974) describe the intermediate group, slender creeping red fescue, as *F. rubra* L. var. *trichophylla* Gaud. There are several distinct types, possibly subspecies, within the group, but the main one is the coastal or sea-marsh type. C. E. HUBBARD is still continuing a study of *F. rubra* started a few years

Table 1:

The main subdivisions of *F. rubra*

	absent	fine, short or few	thick, long or numerous
Rhizomes			
Chromosome number (2n)	42	42	56
Latin names	<i>Festuca rubra</i> ssp. <i>commutata</i>	<i>F. rubra</i> ssp. <i>litoralis</i> , etc.	<i>F. rubra</i> ssp. <i>rubra</i>
Recommended English names	Chewings fescue	slender creeping red fescue	strong creeping red fescue
French common names	fétuque rouge gazonnante	fétuque rouge demi-traçante	fétuque rouge traçante
German common names	Horstrotschwingel	Rotschwingel mit kurzen Ausläufern	Ausläuferrotschwingel

ago, but has expressed the view (pers. comm. 1974–5) that the short-rhizome $2n = 42$ chromosome cultivars, as far as he has seen them (including material of 'Dawson', 'Golfrood' and 'Oasis' from Bingley), "are not ssp. *trichophylla* [a grass of humid meadows in Switzerland and the Pyrenees]. At present I would refer them to *F. rubra* ssp. *litoralis* (Meyer) Auquier, the fescue which forms the close turf on British and continental salt-marshes, and which has similar short and very slender rhizomes."

The range of cultivars

A provisional grouping of all *F. rubra* cultivars on the U. K. National List and the E. E. C. Common Catalogue was made by SHILDRICK (1976a), drawing partly on the still uncompleted official classification of K. M. PEARSON at Edinburgh. This provides a temporary basis for comparing turfgrass cultivars, until the E. E. C. Common Catalogue can be put on a satisfactory taxonomic foundation.

The following cultivars can be assigned to slender creeping red fescue, among those currently listed or available within the E. E. C., or previously in trials at Bingley.

Cultivars most obviously of coastal type (ssp. <i>litoralis</i>)	Cultivars more or less resembling coastal type	Other cultivars
'Cumberland Marsh'	'Dawson'	'Aberystwyth S. 59'
'Faramir'	'Grampian'	'Illahee'
'Golfrood'	'Linora'	'Merlin'
'Norderney'	'Oasis' ('Oase')	'Pennlawn'
'Noro'		'Polar'
		'Wilton'

'Pennlawn' and 'Illahee' are included on rhizomes and chromosome number, although 'Illahee' closely resembles 'Cascade' Chewings fescue and 'Pennlawn' is in many ways typical of strong creeping red fescue.

Turf qualities of slender creeping red fescue

Potentially, slender creeping red fescue can combine the merits of Chewings and strong creeping red fescue. The main features, five good and one bad, are discussed below, although not all cultivars are good, or even acceptable, in the characters mentioned.

I. Tolerance of close mowing (e. g. 5 mm)

Data from Bingley (including those in Table 2) show 'Grampian' slightly better than, and 'Dawson', 'Linora', 'Merlin' and 'Polar' approximately equal to, a good Chewings fescue like 'Highlight'. 'Illahee', 'Pennlawn', 'Aberystwyth S. 59' and 'Wilton' are more comparable to 'Cascade'. 'Golfrood' and 'Oasis' sometimes give very poor results, no better than strong creeping red fescues.

Table 2:

Persistence at Bingley of *F. rubra* cultivars mown at 5 mm (% ground cover of all recognizable fescue leaf: data from SHILDRICK, 1972 and unpublished)

Cultivar	67	76	81	78
Chewings fescue				
Highlight	67	76	81	78
"Oregon"/Cascade	37	57	37	49
Slender creeping red fescue				
Grampian	.	.	86	.
Dawson	46	.	77	.
Linora	.	.	.	61
Merlin	.	.	.	66
Polar	.	.	72	.
Illahee	41	.	.	48
Pennlawn	45	.	.	.
Aberystwyth S. 59	34	51	47	54
Wilton	.	.	.	57
Golfrood	30	33	49	.
Oasis	27	.	.	47
Strong creeping red fescue				
Novorubra	35	.	.	35
Boreal	.	.	.	31
"Canadian"	27	.	.	41

The superiority of 'Dawson' to 'Oasis' or 'Golfrood', for example, is associated with greater turf density (compactness) — a difference confirmed by Dutch and German results (I. V. R. O. 1977; BUNDESSORTENAMT 1975).

II. Durability

(= tolerance of wear + recovery after wear)

There is still very little information on the durability of the various types of red fescue, but data from artificial wear at Lusignan (BOURGOIN, MANSAT, POUPART and QUESNOY 1975) and Bingley (SHILDRICK 1976b) suggest the following conclusions:

- Good cultivars of Chewings fescue are more durable than good cultivars of strong creeping red.
- This seems mainly due, at Bingley at least, to shoot density (compactness); a compact turf (live or dead) withstands wear better than an open sward. Regeneration from rhizomes in strong creeping red fescue does not compensate for poor compactness.
- Compact cultivars of slender creeping red fescue, e. g. 'Dawson', match good Chewings fescue: at Lusignan and Bingley 'Dawson' was slightly better than 'Highlight' under relatively severe wear and at Lusignan 'Dawson' equalled the best Chewings fescue 'Waldorf'.
- Some cultivars of slender creeping red fescue, however, seem no better than many strong creeping reds. 'Golfrood' is an example.
- Shoot density is probably not the only factor. SHEARMAN and BEARD (1975) studied 'Cascade' Chewings fescue and 'Pennlawn'. Of the seven turfgrasses examined, these two were equally pre-eminent in number of shoots per dm^2 but 'Pennlawn' was rated significantly better than 'Cascade' for wear tolerance. Total cell wall components per dm^2

and leaf tensile strength were the two possibly critical characters in which 'Pennlawn' was significantly superior to 'Cascade'. This does not contradict (a) - (d) above: 'Cascade' is a relatively poor Chewings fescue (Table 2). Nevertheless 'Pennlawn' is a tall, vigorous cultivar, and its wear tolerance was perhaps due more to bulk and size of leaves than to high shoot density.

The pattern described in (a) - (e) above is most evident in pure swards or in mixtures where red fescue is a dominant component, and it is in fine turf that slender creeping red fescue is most likely to be useful.

II. Low growth

Under relatively infrequent cutting and moderate fertility, Chewings fescue cultivars range from "very short" to "medium short", and strong creeping red from "medium tall" to "very tall" (SHILDRICK 1976c). Most cultivars of slender creeping red are in the same range as Chewings fescue, but some ('Aberystwyth S. 59', 'Wilton' and 'Pennlawn') rate as "medium tall" or "tall". With the present interest in cheaper mowing, low growth is important, though other factors come into consideration (e. g. on roadside verges, as discussed by DUELL and SCHMIT 1974).

V. Tolerance of road salt and heavy metal contamination

Cultivar responses to NaCl were extensively studied by SKIRDE (1970). Within red fescue, cultivars assigned to ssp. *litoralis* - 'Dawson', 'Golfrood' and 'Oasis' - were most tolerant, as expected. Strong creeping red fescue cultivars were intermediate, and Chewings fescue least tolerant. Other types of slender creeping red fescue are not necessarily as good: CORDUKES (1970) found 'Pennlawn' quite severely damaged, slightly more than common ("Canadian"?) creeping red fescue.

The tolerance of 'Merlin' (previously called 'Trelogan') to lead and zinc in mine waste has been reported in various papers from Liverpool University (e. g. SMITH and BRADSHAW 1972).

V. Good appearance at certain seasons

Typically, cultivars of ssp. *litoralis* are light green, often yellow-green, all the year, often with conspicuously vivid colour in winter and early spring, and again in summer dry periods, although leaves are often yellow-orange in winter, and frost may cause red-purple colour in the late winter and early spring. 'Grampian' and 'Dawson' show some, but not all, of these features.

'Aberystwyth S. 59' and 'Wilton' are not of this type, but are light green, with quite strong growth, in a mild winter and in early spring. 'Merlin' and 'Polar' are consistently dark green, and 'Illahee' and 'Pennlawn' medium green, often dull and rather inconspicuous.

The good appearance in drought of the cultivars of ssp. *litoralis* was noted by SKIRDE (1969) who gives fuller descriptions of cultivars: notes on appearance are also given in reports from Bingley (e. g. SHILDRICK 1972).

VI. Disease susceptibility

Red thread (*Corticium fuciforme* [Berk.] Wakef.) is the most important disease of red fescue in the U. K. Slender creeping red fescue is, on average, intermediate between Chewings fescue (little affected) and strong creeping red fescue (seriously affected), but it has not been possible to establish any consistent ranking of cultivars to justify ratings such as are published in other European countries (I. V. R. O. 1974; I. V. R. O.,

1977; BUNDESSORTENAMT 1975; THUESEN 1975). In contrast to these ratings, for example, 'Dawson' has not been obviously less susceptible than 'Golfrood' or 'Oasis' at Bingley.

A more damaging disease when it occurs is dollar spot (*Sclerotinia homoeocarpa* F. T. Bennett). At Bingley it has caused severe damage to 'Golfrood', 'Cumberland Marsh', 'Norderney' and 'Noro'; and less consistently severe damage to 'Dawson', 'Faramir', 'Grampian', 'Oasis' and 'Polar'. 'Linora' has probably been affected slightly. The other cultivars have not been affected, nor have any other red fescue types or other species.

The U. K. is the only European country to publish data on cultivar susceptibility to this disease, but the picture contrasts strongly with results reported by HODGES, BLAINE and ROBINSON (1975) from Iowa, where several cultivars of Chewings fescue and 'Ruby' strong creeping red were badly blighted by *S. homoeocarpa*, 'Illahee' and 'Pennlawn' slightly affected, and 'Dawson' only very little affected.

Literature

- BOURGOIN, B., P. MANSAT, J. POUPART and M. QUESNOY, 1975: Beanspruchbarkeit verschiedener Rasengräserarten und -sorten. *Rasen - Turf - Gazon* 6, 85-91.
- BUNDESSORTENAMT, 1975: Beschreibende Sortenliste für Rasengräser 1975. Alfred Strothe Verlag, Hannover.
- CORDUKES, W. A., 1970: Turfgrass tolerance to road salt. *Golf Superintendent* 38, 44-48.
- DUELL, R. W., and R. M. SCHMIT, 1974: Grass varieties for roadsides. *Proc. 2nd Int. Turfgrass Res. Conf.* 541-550.
- DUYVENDAK, R., and H. VOS 1974: Registration and evaluation of turfgrasses in the Netherlands. *Proc. 2nd Int. Turfgrass Res. Conf.* 62-73.
- HODGES, C. F., W. M. BLAINE, and P. W. ROBINSON, 1975: Severity of *Sclerotinia homoeocarpa* blight on various cultivars of fine-leaved fescues. *Plant Dis. Repr.* 59, 12-14.
- I. V. R. O., 1974: Grassen voor Recreatie- en Sierdoeleinden, 1974: Rassenbericht No. 485. Instituut voor Rassenonderzoek van Landbouwgewassen, Wageningen, The Netherlands.
- I. V. R. O., 1977: 52e beschrijvende rassenlijst voor landbouwgewassen 1977, Leiter-Nypels, Maastricht, The Netherlands.
- SCHMIT, R. M., R. W. DUELL, and C. R. FUNK, 1974: Isolation barriers and self compatibility in selected fine fescues. *Proc. 2nd Int. Turfgrass Res. Conf.* 9-17.
- SHEARMAN, R. C., and J. B. BEARD, 1975: Turfgrass wear tolerance mechanisms. Parts I-III. *Agron. J.* 67, 208-218.
- SHILDRICK, J. P., 1972: Trials of fescue and bent cultivars, 1971 - 2. *J. Sports Turf Res. Inst.* 48, 44-101.
- SHILDRICK, J. P., 1976a: A provisional grouping of cultivars of *Festuca rubra* L. *J. Sports Turf Res. Inst.* 52, 9-13.
- SHILDRICK, J. P., 1976b: Evaluation of red fescue cultivars 1973-76: Part III. Preliminary trial with artificial wear. *J. Sports Turf Res. Inst.* 52, 38-51.
- SHILDRICK, J. P., 1976c: Evaluation of red fescue cultivars, 1973-76: Part II. Infrequent cutting treatments. *J. Sports Turf Res. Inst.* 52, 26-37.
- SMITH, R. A. H., and A. D. BRADSHAW, 1972: Stabilization of toxic mine wastes by the use of tolerant plant populations. *Trans. Instn. Min. Metall. (Sect. A: Min. industry)* 81, A 230-237.
- SKIRDE, W., 1969: Versuchsergebnisse und Sortenbeschreibung von Rasengräsern. II. *Festuca rubra*. *Rasen und Rasengräser* 5, 7-30.
- SKIRDE, W., 1970: Ergebnisse zur Salztoleranz von Gräserarten. *Rasen - Turf - Gazon* 1, 12-14.
- THUESEN, A., 1975: Forsøg med græsarter og -sorter til plæne 1969-73. *Tidsskrift for Planteavl* 79, 209-226. Statens Forsøgsstation, Aarslev, Denmark.

Author: J. P. SHILDRICK, Sports Turf Research Institute, Bingley, U. K.

Zur Unterscheidung verschiedener Wuchstypen beim Rotschwengel (*Festuca rubra* L.)

W. Münzer, Freising

Zusammenfassung

Zur Unterscheidung der drei Rotschwengel-Wuchstypen wurden an 34 Sorten zytologische und morphologische Untersuchungen durchgeführt.

Bei 16 Sorten konnten oktaploide Chromosomensätze ($2n = 56$) gefunden werden. Die Jungpflanzen entsprachen dem „Ausläufertyp“ (Tab. 1). Die restlichen 18 Sorten waren hexaploid ($2n = 42$). Dabei sind die Pflanzen von 5 Sorten ihrem Erscheinungsbild nach als „Zwischentypen“ und 13 Sorten als „Horsttypen“ identifiziert worden (Tab. 1).

Mit Hilfe von 10 quantitativ erfaßten Merkmalen (Tab. 7) an Keimlings- und Jungpflanzen konnten die 3 Wuchstypen diskriminanzanalytisch getrennt werden (Tab. 4, Abb. 1). Die einzelnen Sorten ließen sich den entsprechenden Wuchstypen wieder vollständig zuordnen (Tab. 5).

Summary

Cytological and morphological investigations of 34 varieties of red fescue were made, to divide them into the three recognized types. Sixteen varieties had the octaploid chromosome number ($2n = 56$), and the plants belonged to the thick rhizome type (Table 1). The remaining 18 varieties were hexaploid ($2n = 42$). Phenotypically five varieties had fine rhizomes, and 13 were without rhizomes (Table 1). By means of 10 quantitative characters (Table 2) seedlings and young plants could be classified into the three types (Table 4, Fig. 1) and each variety assigned accurately to its proper type.

Résumé

On a effectué des examens cytologiques et morphologiques sur 34 espèces de fétuque rouge pour en différencier les 3 types de croissance.

On a trouvé des stocks chromosomiques octaploïdes ($2n = 56$) chez 16 variétés. Les jeunes plantes correspondaient au type à stolons épais (table 1). Les 18 variétés restantes étaient hexaploïdes ($2n = 42$). Parmi ces plantes 5 variétés ont été identifiées d'après leur aspect comme étant du type à stolons minces et 13 variétés comme étant du type sans stolons (table 1).

A l'aide de 10 caractéristiques quantitatives (table 2) on a pu diviser des plants et des jeunes plantes en 3 types de croissance différents par une analyse discriminante (table 4, fig. 1). Chaque variété a pu être entièrement classée sous un type de croissance correspondant (table 5).

Einleitung und Problemstellung

Beim Rotschwengel (*Festuca rubra* L.) gibt es bekanntlich Sortenunterschiede bezüglich des Auftretens unterirdischer Ausläufer. So war es bis vor wenigen Jahren üblich, 2 Gruppen zu unterscheiden: Sorten ohne Ausläuferbildung (Horsttypen), welche einen hexaploiden Chromosomensatz besitzen, und ausläufertreibende Sorten (Ausläufertypen), welche entweder ebenfalls über $2n = 42$ Chromosomen verfügen oder oktaploid ($2n = 56$) sind. Neuere zytologische Untersuchungen an Rotschwengelsorten führten nun zu dem Ergebnis, daß die 56-chromosomigen Sorten dickere und längere, die hexaploiden, ausläufertreibenden Sorten jedoch wesentlich feinere und im Durchschnitt auch etwas kürzere Rhizome ausbilden (DUYVENDAK und VOS 1971). Unter Berücksichtigung auch morphologischer Merkmale am Habitus der Pflanzen werden deshalb von DUYVENDAK und VOS (1974) die horstbildenden Sorten, *F. rubra* var. *commutata* Gaud. bzw. *F. rubra* var. *fallax* Thuill. zugeordnet. Für die oktaploiden, ausläufertreibenden Sorten wird von den genannten Autoren die Bezeichnung *F. rubra* L. var. *rubra* benutzt und für die 42-chromosomigen, ausläufertreibenden Sorten ist, auf Grund von morphologischen Übereinstimmungen dieser Form mit einer von GAUDIN (1828) beschriebenen Varietät, die Bezeichnung: *F. rubra* var. *trichophylla* Gaud. von HACKEL (1882) übernommen worden. Zur Vereinfachung werden im weiteren Verlauf der Arbeit die erstgenannten Formen als Horsttypen (H), die Gruppe der oktaploiden als Ausläufertypen (A) und die hexaploiden Formen mit feinen Ausläufern als Zwischentypen (Z) bezeichnet.

Die zytologisch-morphologischen Untersuchungen von DUYVENDAK und VOS waren nun für die Landesanstalt Anlaß, dem züchterischen Aspekt der Artendifferenzierung, d. h., der Frage der Verkreuzbarkeit der drei Typen nachzugehen.

So könnte die Möglichkeit einer Verkreuzbarkeit, zumindest der beiden hexaploiden Typen, zur Kombination wertvoller Eigenschaften (Ausläuferbildung, Re-

sistenz, Blattfarbe) und damit zu interessanten Sorten-schöpfungen führen. Andererseits wären jedoch künftig auch Folgerungen für die Saatgutproduktion zu ziehen, da die Erhaltung der Sortenreinheit durch eine unerwünschte Verkreuzung nicht ausreichend isolierter Vermehrungsbestände erschwert werden könnte. Und schließlich war auch aus systematischer Sicht das Problem der Unterscheidbarkeit der 3 Typen, insbesondere der beiden 42-chromosomigen Formen, von Interesse, zumal mit Hilfe zytologischer Methoden offensichtlich keine Trennung möglich ist.

Seit dem Jahre 1974 wird in der Landesanstalt an diesen Problemen gearbeitet. Die züchterischen Arbeiten sind zwar noch nicht abgeschlossen; in der vorliegenden Arbeit sollen jedoch bereits die Ergebnisse der zytologischen Untersuchungen mitgeteilt werden. Darüber hinaus haben sich im Verlauf der züchterischen Arbeiten Möglichkeiten ergeben, welche zu einer anatomisch-morphologischen Unterscheidbarkeit der Typen beitragen dürften.

Material und Methoden

Für die Untersuchungen konnte Züchtersaatgut von 34 Rotschwengelsorten (13 Horsttypen, 5 Zwischentypen, 16 Ausläufertypen, Tab. 1) verwendet werden. Um auch modifizierende Umwelteinflüsse zu berücksichtigen, wurde das Saatgut jeder Sorte visuell in große und kleine Samen unterteilt, und das Tausendkorngewicht (TKG) dieser Fraktionen durch Auszählung von 2×500 Samen ermittelt (Tab. 1). Sämtliche Untersuchungen sind innerhalb dieser Größenklassen durchgeführt worden.

Die Bestimmung der Chromosomenzahl an Wurzelspitzen-Mitosen erfolgte in Anlehnung an die Feulgen-Methode. Die Samen wurden zum Ankeimen zwischen 2 Bogen angefeuchtetes Filterpapier gelegt, und die Keimrollen aufrecht in einen Wasserbehälter gestellt. Die Wurzeln sind dann bei 1 bis 2 cm Länge geschnitten und über Nacht in einer Monobromnaphthalin-Lösung behandelt worden. Nach Fixation in Alkohol-Eisessig (3:1) wurden die Wurzeln in einer 1N-HCL-Lösung bei etwa 58°C mazariert, mit Fuchsin angefärbt und mit Orcein-Eisigsäure gequetscht. Nach erfolgreicher Auszählung von mindestens 3 verschiedenen Mitoseplatten pro Präparat ist der betreffende Sämling in einen Topf (\varnothing 9 cm) gepflanzt

Tabelle 1:
Chromosomenzahl und Tausendkorngewicht (TKG) der untersuchten Rotschwingel-Sorten

2n = 42	TKG (g)	2n = 42	TKG (g)	2n = 56	TKG (g)
<u>Horsttypen:</u>		<u>Zwischentypen:</u>		<u>Ausläufertypen:</u>	
1. Atlanta	0,95-1,06	1. Dawson	0,70-0,82	1. Agio	1,00-1,17
2. Barfalla	0,90-1,12	2. Golfrood	1,13-1,31	2. Gracia	0,91-1,15
3. Belmonte	0,82-0,89	3. Linora	0,88-0,97	3. Novorubra	1,03-1,23
4. Encota	0,91-1,13	4. Noro	0,83-0,98	4. Rapid	1,04-1,30
5. Koket	0,83-0,97	5. Oase	0,85-1,03	5. Reptans	1,12-1,31
6. Lifalla	0,89-1,02			6. Ruby	0,93-1,06
7. Lirouge	1,03-1,32			7. Rufus	1,16-1,27
8. Menuet	0,91-1,05			8. Liebenziger	1,02-1,18
9. Odra	0,92-1,12			9. NFG-Roemer	1,11-1,40
10. Rasengold	0,84-0,99			10. Polo	0,88-1,16
11. Topie (Highlight)	0,92-1,20			11. Roland 21	1,07-1,34
12. Veni	0,89-1,11			12. Dasas	1,09-1,35
13. Waldorf	0,64-0,76			13. Patio	1,08-1,31
				14. Bargena	1,08-1,48
				15. Bergère	1,15-1,40
				16. Odenrot	1,04-1,27

und ins Gewächshaus gestellt worden. Von jeder Sorte sind auf diese Weise pro Fraktion mindestens 10 Sämlinge gezogen worden, um auch nachträglich am Habitus der Pflanzen eine mögliche Ausläuferbildung beurteilen zu können.

In diesen Keimlingen bzw. Jungpflanzen konnten im Verlauf ihres Wachstums auch Unterschiede im Pflanzenhabitus beobachtet werden, welche geeignet waren, auch eine Trennung der 3 Typen nach anatomisch-morphologischen Merkmalen zu versuchen.

Zunächst wurde geprüft, inwieweit bereits im Keimlingsstadium Differenzen zwischen den Rotschwingeltypen feststellbar sind. Dabei sollte unter annähernd standardisierten Bedingungen die Koleoptilenlänge (Tab. 2, Merkmal 1) bestimmt werden. Von jeder Sorte sind innerhalb der beiden Samenfraktionen jeweils 20 Karyopsen auf eine mit fluoreszenzfreiem Filterpapier bedeckte Glasplatte (25 x 10) gelegt, mit einem etwa 1 cm breiten, feinen Filterstreifen bedeckt und angeeuchtet worden. Die auf diese Weise präparierten Glasplatten konnten sodann – in Analogie zu einem Jakobsen Apparat – mit Hilfe von eingekerbten Holzleisten aufrecht in eine mit feststillerem Wasser angefüllte Plastikwanne (50 x 30 x 3) gestellt werden. Zur Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit

wurden die Behälter mit einer glasklaren, perforierten Plastikfolie bedeckt. Beim Erscheinen des ersten Laubblattes konnte von jeweils 10 pro Fraktion und Sorte gekeimten Samen die Koleoptilenlänge gemessen werden.

Für die weiteren Merkmale wurden pro Sorte und Fraktion in 10 Töpfen (\varnothing 9 cm) jeweils 2 bis 3 Samen eingelegt, zum Keimen gebracht und danach auf einen einzigen Sämling pro Topf vereinzelt. In den folgenden Vegetationsstadien (FEEKES Skala) sind sodann innerhalb der beiden Samengrößen an jeweils 2 Keimlings- bzw. Jungpflanzen die in Tabelle 2 aufgeführten Merkmale (Nr. 2 bis 10 bzw. 12) gemessen worden. Dazu wurden die Pflanzen aus den Töpfen entnommen, ausgewaschen und nach der Messung ausselektiert, so daß für die Bestimmung der Merkmale verschiedener Vegetationsstadien immer wieder andere Pflanzen verwendet worden sind. Bei der Koleoptilenlänge ist wiederum der Abstand vom Samen bis zur Koleoptilenspitze im Entwicklungsstadium A gemessen worden. Für die Messung der mittleren Wuchshöhe (8) sowie der längsten Adventivwurzel (9) mußten 3 Bestockungstrieb vorhanden sein. Als Länge der Rhizome (11) ist der Abstand zwischen Jungpflanze und aufsteigendem Ausläufer sproß im Topf gemessen worden. Dabei mußten 2 Ausläufer pro Pflanze sichtbar sein.

Zur Trennung der 3 Rotschwingeltypen (H-Z-A) standen somit zehn, für die Aufgliederung der beiden ausläufertreibenden Formen (Z-A) insgesamt 12 quantitative Merkmale zur Verfügung, wobei für jede Sorte (= Wiederholung pro Wuchstyp) die Merkmalsmittelwerte aus den zwei Pflanzen beider Fraktionen verwendet worden sind. Für die multivariate Verrechnung wurden die Daten einer schrittweisen Diskriminanzanalyse mit anschließender Faktorenanalyse (BMD 07 M) unterworfen. Die Durchführung der Rechenarbeiten erfolgte in der Datenverarbeitung der Landesanstalt.

Ergebnisse

1. Zytologisch-morphologische Untersuchungen

Die Bestimmung der Chromosomenzahl führte zu dem Ergebnis, daß die horstbildenden Rotschwingeltypen sowie die Sorten des Zwischentyps 2n = 42 Chromosomen, die Sorten mit dickeren und im Durchschnitt längeren Ausläufern 2n = 56 Chromosomen besitzen.

Tabelle 2:
Merkmale und Vegetationsstadium bei der Messung

Nr.		FEEKES Skala
1	Koleoptilen-Länge (Standard-Methode), mm	A
2	Koleoptilen-Länge (Topfmethode), mm	A
3	Länge 1. Laubblatt, mm	C
4	Abstand Koleoptilenspitze - Beginn 1. Laubblatt, mm	C
5	Länge 2. Laubblatt, mm	D
6	Mittlere Länge der Adventivwurzeln, mm	D
7	Anzahl der Adventivwurzeln	O
8	Mittlere Wuchshöhe, cm	F
9	Länge der längsten Adventivwurzel, cm	F
10	Anzahl Blattnerven	G
11	Länge der Rhizome, cm	G
12	Anzahl der Rhizome	G

Im Verlauf der Untersuchungen sind – neben einem geringen Prozentsatz Aneuploider – bei horstbildenden Sorten und bei Sorten des Zwischentyps vereinzelt auch Genotypen mit 56 Chromosomen bzw. bei Sorten des „Ausläufertyps“ hexaploide Chromosomensätze gefunden worden. Die spätere Beurteilung der Ausläuferbildung ließ jedoch erkennen, daß die oktoploiden Genotypen immer Rhizome des „Ausläufertyps“ gebildet haben, während sich aus den hexaploiden Sämlingen entweder Pflanzen des „Horsttypes“ oder „Zwischentyps“ entwickelt haben, so daß Genotypen mit diesen abweichenden Chromosomenzahlen als Sortenvermischungen erklärbar sind. Damit lassen sich die von DUYVENDAK und VOS (1974) veröffentlichten Ergebnisse für das untersuchte Rotschwengel-Sortiment bestätigen. Über züchterische Möglichkeiten bzw. vermehrungstechnische Konsequenzen aus diesen Ergebnissen soll in einer weiteren Arbeit berichtet werden. Bezüglich der Unterscheidbarkeit der drei Wuchstypen ergibt sich, daß mit Hilfe der Chromosomenzahl nur eine Trennung zwischen den 56-chromosomigen, ausläufer-treibenden Formen (A) einerseits und den 42-chromosomigen, ausläufer-treibenden Typen (Z) bzw. Horsttypen (H) möglich ist.

2. Anatomisch-morphologische Untersuchungen

2.1. Merkmalsmittelwerte

In der Tabelle 3 sind die Merkmalsmittelwerte für die einzelnen Wuchstypen und Samengrößen zusammengestellt. Ein Vergleich der Fraktionsmittelwerte innerhalb der Typen zeigt zwar erwartungsgemäß gewisse Unterschiede, welche vermutlich auch auf systematische Einflüsse durch die verfügbare Endospermmenge in den Karyopsen zurückführbar sind; trotzdem lassen sich an den Merkmalsmittelwerten über die Samenfraktionen Unterschiede erkennen, welche mehr oder weniger geeignet sind, die Wuchstypen zu trennen. Zu den effektiven Merkmalen gehören insbesondere die Koleoptillenlänge (2) mit 14,7 mm (H), 18,2 mm (Z) und 20,1 mm (A), die mittlere Wuchshöhe (8) mit 15,9 cm (H), 19,4 cm (Z) und 20,3 cm (A) sowie die mittlere Länge der Adventivwurzeln (6) mit 49,4 mm (H), 34,1 mm (Z) und 34,1 mm (A).

2.2. Diskriminanzanalyse

Trotz erheblicher Unterschiede bei einzelnen Typenmittelwerten erscheint jedoch kein Einzelmerkmal geeignet, mit dessen Hilfe bereits eine eindeutige Differenzierung der Wuchstypen möglich ist.

Aus diesem Grunde wurde versucht, schrittweise mehrere Merkmale zur Identifizierung der Typen zu verwenden, wobei für diese multivariate Verrechnung die Da-

Tabelle 4:

Multivariate F-Matrix für die Trennung der Typenmittelwerte (FG 1 = 10; FG 2 = 22)

Gruppe:	H	Z
Z	6,08 ***	-
A	13,11 ***	2,87 *

Tabelle 5:

Zuordnung der einzelnen Sorten auf die Wuchstypen

Gruppe:	H	Z	A
H	13	0	0
Z	0	5	0
A	0	0	16

ten einer Diskriminanzanalyse unterworfen worden sind. Zur gleichzeitigen Trennung sämtlicher drei Wuchstypen konnten die Merkmale 1 bis 10 eingesetzt werden. Die Tabelle 4 zeigt, daß die Horsttypen hochsignifikant von den Ausläufer-typen, aber auch von den Zwischentypen getrennt werden konnten. Die Unterschiede zwischen den Ausläufer- und Zwischentypen sind zwar ebenfalls zumindest mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $P = 0,05$ statistisch abzusichern. Die größere Phänotypische Ähnlichkeit der beiden ausläufer-treibenden Formen ist jedoch offensichtlich, obwohl bei diesem Trennvorgang keine Merkmale an den Rhizomen beteiligt waren. Mit der statistischen Trennung der Typenmittelwerte ist auch die Frage nach der Zuordnung der einzelnen Sorten auf die entsprechenden Typen verbunden. Da die einzelnen Sorten über die Diskriminanz-Funktion vollständig den entsprechenden Typen zugeordnet worden sind (Tab. 5), kann davon ausgegangen werden, daß sich die Häufigkeitsverteilungen der Gesamtmaße nicht überschneiden, und eine eindeutige Trennung der Wuchstypen erfolgt ist.

Abb. 1: Diskriminanzanalytische Gruppierung der 34 Rotschwengelsorten

Tabelle 3:

Merkmalsmittelwerte für die einzelnen Wuchstypen und Samengrößen

Merkmal	Horsttyp			Zwischentyp			Ausläufertyp		
	Samen klein	Samen groß	β	Samen klein	Samen groß	β	Samen klein	Samen groß	β
1	14,2	14,9	14,6	16,5	15,7	16,1	18,2	19,2	18,7
2	14,9	14,4	14,7	18,4	17,9	18,2	19,4	20,8	20,1
3	83,0	81,5	82,3	73,4	72,3	72,8	75,7	80,0	77,8
4	2,75	2,68	2,72	3,27	2,81	3,04	2,80	3,33	3,06
5	37,8	34,6	36,2	44,3	40,8	42,5	38,1	39,0	36,5
6	53,2	45,7	49,4	34,4	33,8	34,1	37,2	31,0	34,1
7	7,23	6,54	6,89	8,00	7,80	7,90	7,25	7,69	7,47
8	16,7	15,2	15,9	19,7	19,1	19,4	19,7	20,9	20,3
9	15,7	14,9	15,3	16,7	14,4	15,5	17,1	17,3	17,2
10	5,15	5,31	5,23	5,20	5,00	5,10	5,38	5,50	5,44
11	—	—	—	19,4	24,8	22,1	30,3	27,9	29,1
12	—	—	—	3,20	2,80	3,00	3,63	2,81	3,22

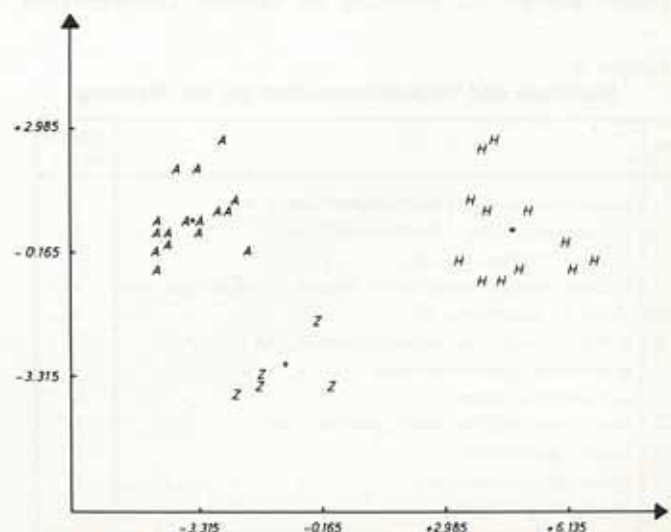


Tabelle 6:

Reihenfolge für die Aufnahme der Variablen in den Diskriminanzanalysen

Step	(H-Z-A)	(H-Z)	(Z-A)
1	2.	2.	1.
2	8.	3.	5.
3	6.	5.	11.
4	1.	6.	6.
5	5.	1.	9.
6	10.	10.	4.
7	7.	7.	2.
8	4.	4.	7.
9	9.	9.	12.
10	3.	8.	10.

Im Anschluß an die Diskriminanzanalyse wurden für die 10 Merkmale im Rahmen einer Faktorenanalyse die Eigenwerte für Merkmalsgruppen geschätzt. Dabei zeigte sich, daß bereits die Faktoren 1 und 2 die gesamte Variabilität zwischen den 10 Merkmalen erklären. Um ein optimales Bild von der Trennung der Wuchstypen zu erhalten, erfolgte anschließend eine Transformation der Ausgangsdaten in orthogonale, kanonische Variable. Die beiden ersten kanonischen Variablen, welche die Gesamtstreuung auf sich vereinen, wurden in Abbildung 1 graphisch dargestellt. Die Typenmittler sind mit einem Stern (*) gekennzeichnet, die Sortenmittlerwerte erscheinen jeweils als ein Buchstabe des zugeordneten Wuchstyps. Bei den 13 horstbildenden Sorten sind nur 12 Mittelwerte ausgedruckt. Hier waren Sorten so ähnlich, daß drucktechnisch für sie nur ein Buchstabe gesetzt wurde.

Nach erfolgreicher Trennung der drei Wuchstypen war zu erwarten, daß sich auch zwei Typen signifikant unterscheiden, und die entsprechenden Sorten zuordnen lassen. Die diskriminanzanalytische Verrechnung konnte diese Vermutung bestätigen. Die Reihenfolge für die Aufnahme der Variablen in den Diskriminanzanalysen war jedoch erwartungsgemäß je nach der Problemstellung etwas verschieden. (Tab. 6.) Während bei sämtlichen Diskriminanzanalysen die Koleoptillenlänge (2 oder 1) das effektivste Merkmal darstellte, rangiert an zweiter bzw. dritter Stelle bei der Trennung der drei Wuchstypen (H-Z-A) die mittlere Wuchshöhe (8) bzw. die mittlere Länge der Adventivwurzeln (6), bei der Trennung der beiden hexaploiden Wuchstypen (H-Z) die

Tabelle 7: Varianzkomponenten für den Einfluß der Wuchstypen, Sorten bzw. Pflanzen auf die Koleoptillenlänge (2)

Var.-ursache	FG	MG	F	s ² _{abs}	s ² %
Zwischen T	2	1076,09	19,5***	9,83	54,5
Zwischen S	31	55,31	18,6***	5,23	29,0
innerhalb T					
Zwischen P	306	2,97	---	2,97	16,5
innerhalb T					
innerhalb S					
Total	339	---	---	18,03	100,0

T = Wuchstypen (t = Anzahl Wuchstypen = 3)
 S = Sorten (s = Anzahl Sorten = 13 + 5 + 16 = 34)
 P = Pflanzen (p = Anzahl Pflanzen pro Sorte = 2 x 5 = 10)

Länge des 1. Laubblattes (3) bzw. die Länge des 2. Laubblattes (5), und bei der Trennung der beiden ausläufertreibenden Wuchstypen (Z-A) die Länge des 2. Laubblattes (5) bzw. die Länge der Rhizome (11).

2.3. Varianzanalyse für die Koleoptillenlänge

Nachdem ermittelt werden konnte, daß die Koleoptillenlänge ein bedeutsames Merkmal zur Identifizierung der Wuchstypen ist, wurde mit Hilfe einer Varianzanalyse versucht, den Einfluß der definierten Faktoren (Typen, Sorten, Pflanzen) auf die Variabilität der Koleoptillenlänge (2) zu schätzen. Der vorliegenden Problemstellung entsprechend, kam hierfür eine Varianzanalyse mit hierarchischer Struktur zur Anwendung. In der Tabelle 7 sind die Varianzkomponenten der Einflußfaktoren zusammengestellt. Fast 55 % der Gesamtvariabilität der Koleoptillenlänge konnten auf die Unterschiede zwischen den drei Wuchstypen zurückgeführt werden. Auf die Sorten entfielen nur 29 %. Aufgrund der hohen Signifikanz der F-Werte (Tab. 7) wurde deshalb mit Hilfe eines multiplen Mittelwerts-Vergleiches versucht, ob bereits mit der Koleoptillenlänge eine Typentrennung möglich ist. Die Tabelle 8 zeigt, daß im untersuchten Sortiment die Mittelwerts-Differenzen zwischen den drei Wuchstypen statistisch gut abgesichert werden konnten. Allerdings weist die Tabelle 9 darauf hin, daß für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von P = 0,05 (P = 0,01) mindestens 3 bis 4 (5) Pflanzen innerhalb der beiden Samenfraktionen (p = 7 bzw. p = 10) gemessen werden müßten, um die kritischen Testwerte zur Trennung der beiden ausläufertreibenden Typen zu überspringen.

Diskussion

Zur Beurteilung und systematischen Unterscheidung von Taxonen lassen sich verschiedenartige Methoden anwenden. Sie reichen von Laboruntersuchungen (zytologisch, physikalisch-chemisch) über morphologische Untersuchungen an Samenkörnern bis zu den Untersuchungen morphologischer und physiologischer Merkmale am Habitus der Pflanzen (POMMER, 1974). Dabei erlauben zwar die morphologisch-qualitativen Merkmale eine eindeutige Entscheidung zwischen zwei Alternati-

Tabelle 8: Multipler Mittelwertsvergleich (Newman-Keuls-Test) zur Unterscheidung der Wuchstypen nach der Koleoptillenlänge (2)

Typen	18, 18 (Z)	14, 66 (H)
20, 12 (A)	1,94 **	5,46 **
18, 18 (Z)	---	3,52 **

Tabelle 9: Kritische Testwerte (Rp) für die Koleoptillen-Mittelwertsdifferenzen in Abhängigkeit von der Anzahl Pflanzen pro Sorte (p)

p	Anzahl Mittelwerte		
	2		3
	P = 0,05 (*)		P = 0,01 (**)
5	2,16	2,59	3,24
7	1,82	2,19	2,74
10	1,53	1,83	2,29

ven, gestatten jedoch infolge der geringen Anzahl von Merkmalsalternativen (z. B. behaart – unbehaart) nur eine begrenzte Auftrennung. Die Differenzierung mit Hilfe quantitativer Merkmale ist demgegenüber nicht eindeutig. Sie erlaubt jedoch eine feinere Differenzierung, da ein quantitatives Merkmal sehr viele Alternativen im Bereich der genetischen Variabilität bietet. An quantitative Unterscheidungsmerkmale sollten jedoch folgende Forderungen gestellt werden:

1. Sie müssen eine ausreichende Heritabilität besitzen, d. h., mit großer Wahrscheinlichkeit formentypisch wiederkehren,
2. sie sollen voneinander unabhängig sein und
3. sie sollen möglichst wenig manipulierbar sein (MÜNZER und FISCHBECK, 1973). Für sämtliche Methoden wäre es darüber hinaus wünschenswert, wenn sie arbeitsmäßig so schnell als möglich durchführbar und nicht zu teuer sind.

Nachdem an einem größeren Rotschwengel-Sortiment die Ergebnisse der zytologischen Untersuchungen von DUYVENDAK und VOS (1971, 1974) bestätigt werden konnten und sich auch keine andere Möglichkeit angeboten hat, bereits frühzeitig die drei Wuchstypen zu differenzieren (DUYVENDAK, 1975), wurde versucht, mit Hilfe spontan beobachteter, quantitativer Merkmale an Keim- und Jungpflanzen unter Einsatz statistischer Methoden eine Trennung herbeizuführen.

Die in der vorliegenden Arbeit verwendeten Merkmale dürften vielen Praktikern aus eigener Erfahrung bekannt sein, und es ist sehr wahrscheinlich, daß weitere, wertvolle Merkmale beobachtet worden sind, welche bei künftigen, ähnlichen Untersuchungen zu einer wesentlichen Reduzierung des Meßaufwandes führen könnten. Für eine Erhöhung der Merkmalseffektivität wäre auch denkbar, daß bestimmte Merkmale zu Rechengrößen kombiniert werden (z. B. das Verhältnis der Wuchshöhe zur Länge der Adventivwurzeln). Ein Informationsgewinn zusätzlicher Merkmale wäre jedoch nur dann zu erwarten, wenn die verwendeten Kriterien nicht oder nur wenig miteinander korreliert sind. Aber auch der unvollständige Materialumfang (Anzahl Sorten und Pflanzen) gibt Anlaß, die zwar statistisch abgesicherten Ergebnisse nicht überzubewerten, zumal auch die Untertei-

lung der Samen in zwei Größenklassen nur einen Teil der modifizierenden Umwelteinflüsse erfassen konnte. Insofern ist die vorliegende Untersuchung nur als ein Modell zu verstehen, welches – unter der Voraussetzung, ausschließlich auf quantitative Merkmale angewiesen zu sein – mit Hilfe moderner biometrischer Methoden bei der Identifizierung von Taxonen Entscheidungshilfen geben kann.

Praktisch wäre bei diesem Verfahren in der Weise vorzugehen, daß zunächst für sämtliche Sorten verschiedenster Herkünfte eine analoge, diskriminanzanalytische Trennung und Zuordnung auf die entsprechenden Wuchstypen versucht wird. Bei einer eindeutigen Gruppierung der Sorten ließe sich sodann dieses ständig zu ergänzende Sortiment als Matrix zur Beurteilung neuer zu prüfender Stämme verwenden, wobei über die erfolgte Zuordnung der entsprechenden Wuchstyp bestimmt werden könnte. Eine Weiterentwicklung dieser biometrischen Methode wäre gegeben, wenn sich neben rein quantitativen Merkmalen auch morphologisch-qualitative Kriterien zur Typendiagnostik anbieten würden, welche nicht für alle Sorten eines Wuchstyps charakteristisch sind. Die Gruppierung der untersuchten Pflanzen, Sorten und Typen könnte dabei mit Hilfe einer Cluster-Analyse erfolgen (WISHART, 1969).

Literaturverzeichnis

- DUYVENDAK, R., 1975: Briefliche Mitteilung.
- DUYVENDAK, R. und VOS, H., 1971: Sortenprüfung von Rasengräsern in den Niederlanden. RASEN-TURF-GAZON 2, 40–45.
- DUYVENDAK, R. und VOS, H., 1974: Registration and evaluating of turfgrasses in the Netherlands. Proc. 2nd Internat. Turfgrass Res. Conf. Amer. Soc. of Agr., Madison E. C. Roberts, (Ed.), 62–73.
- MÜNZER, W. und FISCHBECK, G., 1973: Die Unterscheidung wichtiger Braugerstensorten mit Hilfe quantitativer Kornmerkmale. Brauwissenschaft 26, 14–19.
- POMMER, G., 1974: Zur Frage der Sortenerkennung von Rasengräsern im Jungpflanzenstadium. RASEN-TURF-GAZON 5, 48–50.
- WISHART, D., 1969: Numerical Taxonomy. Academic Press, London.

Verfasser: Dr. W. Münzer, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Vöttinger Str. 38, 8050 Freising

Zur Bestimmung des modifizierten Wasserschluckwertes

H. Franken, Bonn

Zusammenfassung

Beim Bau von Rasensportplätzen kommt der Wasserdurchlässigkeit des Tragschichtgemisches eine besondere Bedeutung zu. In diesem Beitrag wird ein stoffspezifisches Prüfverfahren auf der Grundlage der DIN 18 035, Blatt 4, diskutiert, das reproduzierbare Meßwerte liefert.

Die Wasserdurchlässigkeit der untersuchten Stoffgemenge stand in enger Beziehung zum jeweiligen Feuchtegehalt des Prüfgutes beim Verdichtungsverfahren. Bei der Verdichtung des Prüfgutes im Proctorapparat sind Stauchungen aufgetreten, deren Ausmaß offensichtlich auch vom Wassergehalt und von der Zusammensetzung des Substrates abhängt.

Summary

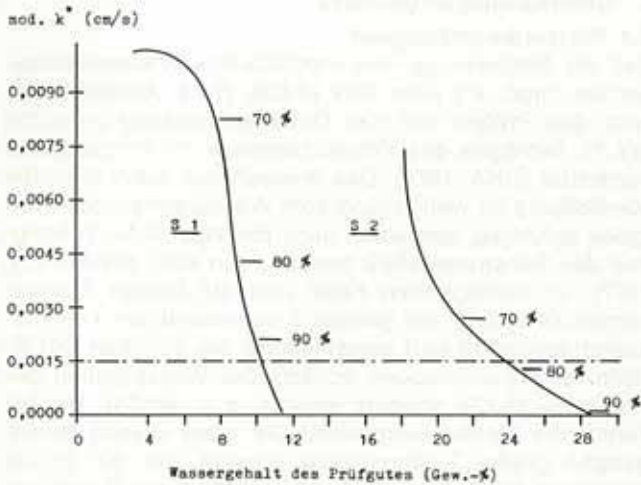
The permeability of rootzone mixtures for turf sportsfields is very important. In this paper a specific test procedure is discussed which is based on DIN 18 035, p. 4, and gives reproducible values. The permeability of the tested mixtures was closely related to the actual moisture content of the samples during the process of compaction. The amount of compression during compaction in the Proctor Apparatus apparently depended on the moisture content and the composition of the mixture.

Résumé

La perméabilité des matériaux de support a une importance particulière lors de l'installation de pelouses de sport. L'article présente un procédé d'examen spécifique basé sur la norme allemande DIN 18 035, feuille 4, qui fournit des valeurs reproduisibles. La perméabilité des mélanges étudiés était étroitement liée à la teneur en eau des matériaux lors du compactage. Pendant le compactage des mélanges étudiés dans l'appareil Proctor se sont produits des tassements, dont l'importance dépend apparemment aussi de la teneur en eau et de la composition du substrat.

S 1, Bl. 4: $B = 0,999$ $n = 6$
 $y = 0,001162 + 0,004974 x - 0,000761 x^2 + 0,000028 x^3$

S 2, Bl. 4: $B = 0,998$ $n = 6$
 $y = 0,106987 - 0,010308 x + 0,000329 x^2 - 0,0000035 x^3$



Darst. 2: Modifizierter Wasserschluckwert (mod. k^*) verschiedener Stoffgemenge (S 1, S 2) in Abhängigkeit vom Wassergehalt des Prüfgutes nach DIN 18035, Blatt 4

Substrat 2 (S 2) liegt der entsprechende Feuchtegehalt des Prüfgutes (70%) wesentlich höher, und zwar bei 21,2 Gew.-%. Auf der Grundlage dieser stoffspezifischen Kennwerte, d. h. bei 70% des „modifizierten Proctorwassergehaltes“, wird dann die in der DIN 18 035, Bl. 4, Abschnitt 7.2, festgelegte Anzahl von Untersuchungen durchführt.

Die Definition „etwa 70 Prozent des Proctorwassergehaltes (in Anlehnung an DIN 18 035, Blatt 4)“ (FRANKEN, 1976) ist also nicht vergleichbar mit einem in der DIN 18 035, Bl. 5, Sportplätze-Tennenflächen (DNA, 1973) festgelegten Relativwert gleicher Größenordnung. Abgesehen von einigen grundsätzlichen Unterschieden zwischen den Prüfvorschriften geht die „Tennen-DIN“ (DNA, 1973) ja von einer wesentlich stärkeren Verdichtung des Prüfgutes aus als die „Rasen-DIN“ (DNA, 1974). Diese gravierende Differenzierung kommt in der Wasserdurchlässigkeit (mod. k^*) der beiden Stoffgemenge (S 1, S 2), die sowohl nach der DIN 18 035, Bl. 4, als auch nach der DIN 18 035, Bl. 5, verdichtet worden sind, deutlich zum Ausdruck, und zwar bei unterschiedlicher Prüfgutfeuchte (Darst. 3).

3.2 Materialbedarf und Zeitaufwand

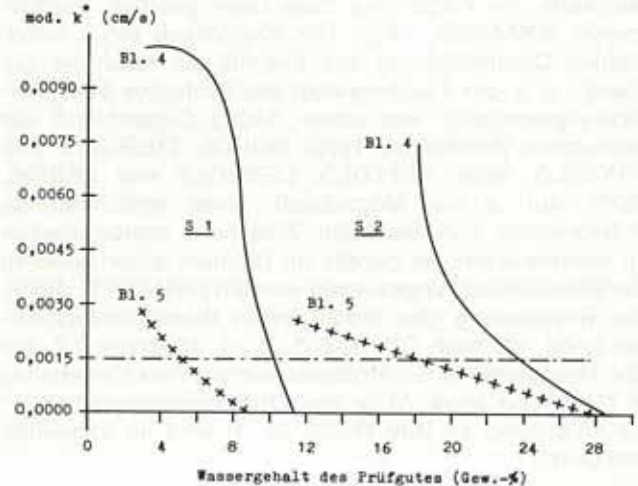
Bei der Berechnung des Materialbedarfs im Hinblick auf die Prüfung eines Stoffgemenges muß einmal das Volumen der Prüfgefäße und zum anderen die Anzahl der vorgesehenen Messungen berücksichtigt werden. Geht man bei diesen Überlegungen von den in der Fachnorm 18 035, Bl. 4, vorgeschriebenen Gefäßen aus, so kann für die Bestimmung von Wasserdurchlässigkeit und Wasserkapazität zusammen ein Probenvolumen von etwa 4 l pro Einzelmessung zugrundegelegt werden. Bei insgesamt 10 Messungen (min. 5 Messungen für die mod. k^* -Kurve und weitere 5 Messungen bei 70% des „modifizierten Proctorwassergehaltes“) ergibt sich eine Substratmenge von 40 l. Unter Berücksichtigung eventueller Ergänzungs- und Wiederholungsmessungen ist die doppelte Substratmenge angebracht. Bei einem Probenvolumen von 80 l pro Stoffgemenge können dann alle in der DIN 18 035,

S 1, Bl. 4: $B = 0,999$ $n = 6$
 $y = 0,001162 + 0,004974 x - 0,000761 x^2 + 0,000028 x^3$

S 1, Bl. 5: $B = 0,992$ $n = 6$
 $y = 0,005080 - 0,000843 x + 0,000033 x^2$

S 2, Bl. 4: $B = 0,998$ $n = 6$
 $y = 0,106987 - 0,010308 x + 0,000329 x^2 - 0,0000035 x^3$

S 2, Bl. 5: $B = 0,892$ $n = 6$
 $y = 0,00437 - 0,00015 x$



Darst. 3: Modifizierter Wasserschluckwert (mod. k^*) verschiedener Stoffgemenge (S 1, S 2) in Abhängigkeit von der Verdichtung des Prüfgutes nach DIN 18035, Blatt 4 und Blatt 5

Bl. 4, Abschnitt 6.2.1, vorgesehenen „Eignungsprüfungen vor der Herstellung“ durchgeführt werden. In der Praxis bestehen allerdings z. T. recht unterschiedliche Vorstellungen über ein Volumen von 80 l. Bei Kontrolluntersuchungen während des Mischens bzw. während des Einbaus ist von entsprechend kleineren Probenmengen auszugehen.

Für die Bestimmung des modifizierten Wasserschluckwertes eines Substrates nach den in Abschnitt 3.1 dieses Beitrages definierten Prüfbedingungen ist ein Zeitraum von etwa 2–3 Tagen zugrunde zu legen, und zwar in Abhängigkeit von Art und Zustand des Stoffgemenges. Innerhalb dieses Zeitraumes sind dann aber auch die übrigen Kennwerte wie die Wasserkapazität, die Korngrößenverteilung der Gerüstbaustoffe und der Gehalt des Substrates an organischer Substanz zu ermitteln. Unter Berücksichtigung der in der DIN 18 035, Bl. 4, festgelegten Richtlinien sollte vor Baubeginn genügend Zeit für die Durchführung dieser Grunduntersuchungen zur Verfügung stehen. Das setzt natürlich voraus, daß diese Untersuchungen frühzeitig genug eingeleitet werden, was leider häufig nicht der Fall ist. Wenn allerdings die vorgenannten Grunduntersuchungen eines Stoffgemenges stoffspezifisch und reproduzierbar durchgeführt wurden, dann sind auch Kontrollprüfungen zur Bauüberwachung jederzeit kurzfristig möglich.

3.3 Verdichtung des Prüfgutes

Bei der Bestimmung des modifizierten Wasserschluckwertes wird das zu untersuchende Prüfgut in einer Schicht von 15 cm Dicke in den zylindrischen Proctorapparat gefüllt und anschließend mit 12 Schlägen des Proctorhammers verdichtet. Wie Darstellung 4 ausweist, können dabei *S t a u c h u n g e n*, d. h. Ungleichmäßig-

seiten in der Verdichtung des Prüfgutes auftreten. Ausmaß und Verlauf der Stauchungen hängen offensichtlich .a. auch von der Zusammensetzung und vom Feuchtegehalt des Prüfgutes ab. Bei beiden Stoffgemengen (S 1, S 2) ist die stärkste Verdichtung unterhalb der oben aufliegenden Stahlplatte, im vorliegenden Falle also 10 cm über der Bodenplatte des Proctorapparates, festzustellen. Über die oben aufliegende Stahlplatte wird nämlich die Verdichtungsarbeit des Proctorhammers auf das Substrat übertragen. Diese Feststellung ist vor allem im Hinblick auf die Wasserdurchlässigkeit von Bedeutung, die ja bekanntlich mit der Verdichtung eines Substrates eng korreliert ist.

Diskussion

Die dargestellten Zusammenhänge weisen auf die Notwendigkeit hin, die Bestimmung des modifizierten Wasserschluckwertes (mod. k^*) stoffspezifisch durchzuführen, um zu reproduzierbaren Werten zu kommen. Die Anwendung dieses Prüfverfahrens bei 70 % des „modifizierten Proctorwassergehaltes“ entspricht dieser Forderung. Es ist zu erwähnen, daß es sich hierbei um eine Möglichkeit handelt, den im Rahmen des vorgenannten Fragenkomplexes entscheidenden Begriff „in welchem Zustand“ zu interpretieren und zu quantifizieren. Besondere Bedeutung ist in diesem Zusammenhang der Nachverdichtung der Rasentragschicht nach mehrjährigem Spielbetrieb beizumessen, die auch bei normgerechter Verdichtung mit der Glattwalze noch 5 bis 6 Jahre lang zunimmt (COMPO-INFO, 1977). Aussagefähige Kenn- und Grenzwerte hierzu liegen allerdings noch nicht vor. Die Dichte des Stoffgemenges (g/cm^3) beeinflusst nicht nur die physikalischen Eigenschaften der Rasentragschicht, sondern sie

kann darüber hinaus auch das Wurzelwachstum der Gräser beeinträchtigen, und zwar vor allem dann, wenn bestimmte Grenzwerte überschritten werden.

Die Bestimmung des „modifizierten Proctorwassergehaltes“ erfolgt nach einer Methode, die in der DIN 18 035, Bl. 4, bereits hinreichend bekannt ist (Abschnitt 7.2).

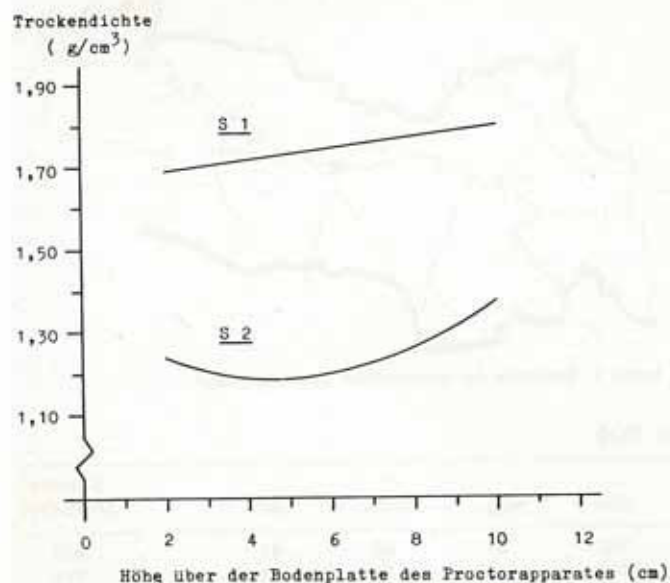
Durch die Verdichtung des Prüfgutes bei 70 % des „modifizierten Proctorwassergehaltes“ soll einmal die heute allerdings noch nicht exakt zu quantifizierende Nachverdichtung der Stoffgemenge zumindest teilweise miterfaßt werden. Zum anderen ist aber bei einer großen Anzahl von Tragschichtgemischen festzustellen, daß die DIN-Mindestanforderung bei der Wasserdurchlässigkeit (mod. k^* -Wert $\geq 0,0015 \text{ cm/s}$) bereits unterschritten wird, wenn der Wassergehalt des Prüfgutes 75 bis 80 % des „modifizierten Proctorwassergehaltes“ übersteigt. Es handelt sich hierbei um Stoffgemenge, die die DIN-Mindestanforderungen im Hinblick auf Korngrößenverteilung, organische Substanz und z. T. auch Wasserkapazität voll erfüllen. Eine stärkere Verdichtung der Substrate bei der Bestimmung des modifizierten Wasserschluckwertes würde die Wasserdurchlässigkeit noch weiter beeinträchtigen. Die Eignung dieses Untersuchungsverfahrens für die Praxis konnte durch das Verhalten von Tragschichtgemischen, die bei 70 % des „modifizierten Proctorwassergehaltes“ geprüft worden waren, bestätigt werden.

$$\text{S 1, Bl. 4: } B = 0,477 \quad n = 15$$

$$y = 1,664 + 0,013 x$$

$$\text{S 2, Bl. 4: } B = 0,921 \quad n = 15$$

$$y = 1,355 - 0,071 x + 0,0074 x^2$$



Darst. 4: Verdichtung verschiedener Stoffgemenge (S 1, S 2) im Proctorapparat

Literatur

- COMPO-INFO, 1977: Rasentragschicht für hohe Belastbarkeit mit bewährten Zuschlagstoffen optimieren. *Neue Landschaft* 22, 249-250.
- DNA, 1973: Sportplätze - Tennensflächen, DIN 18 035, Bl. 5. Beuth-Verlag GmbH, Berlin und Köln.
- DNA, 1974: Sportplätze - Rasenflächen, DIN 18 035, Bl. 4. Beuth-Verlag GmbH, Berlin und Köln.
- FRANKEN, H., 1975: Untersuchungsverfahren und Grenzwerte beim Bau von Rasensportplätzen. *Neue Landschaft* 20, 548-554.
- FRANKEN, H., 1976: Probleme bei der Anwendung der DIN 18 035, Bl. 4, Sportplätze - Rasenflächen, aus der Sicht des Bodenaufbaues. *Neue Landschaft* 21, 583-587.
- FRANKEN, H., 1977: Untersuchungen über den Einfluß der Mischtechnik auf einige Baustoff- und Tragschichteigenschaften. *Neue Landschaft* 22, im Druck.
- PÄTZOLD, H., LIESECKE, H.-J. und SKIRDE, W., 1977: Probleme bei der Anwendung der DIN 18 035-4, „Sportplätze - Rasenflächen“, aus der Sicht des Bodenaufbaues - Stellungnahme. *Neue Landschaft* 22, 8-9.
- SKIRDE, W., LIESECKE, H.-J. und PÄTZOLD, H., 1976: Zu Konzeption und einzelnen Anforderungen beim Bau von Rasensportflächen nach DIN 18 035, Teil 4. *Neue Landschaft* 21, 57-70.

Vfasser: Prof. Dr. H. FRANKEN, Institut für Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Katzenburgweg 5, 5300 Bonn 1

Natürliches Vorkommen von *Poa supina* auf Sportplatzrasen in Tirol

L. Köck u. A. Walch, Rinn-Innsbruck

Zusammenfassung

An 12 Rasensportplätzen in Tirol wurden Untersuchungen über das Auftreten von *Poa supina* durchgeführt. Diese erstreckten sich entlang des Innates in einer Höhenlage von 500–900 m bei unterschiedlichen ökologischen Verhältnissen, und zwar in für Tirol trockenen, mittelfeuchten und feuchten Lagen. Die Pflanzenbestandserhebungen erfolgten im Torraum, im Mittel- und Seitenfeld nach einem einheitlichen System. Die Erhebungen zeigen, daß auf den Rasensportplätzen in für Tirol trockenen Lagen *Poa supina* trotz Beregnung überhaupt nicht vorkommt. In mittelfeuchten und feuchten Lagen ist sie als dominierende Art anzutreffen, wobei die Stärke ihres Auftretens in Richtung feuchter Lagen zunimmt. In mittelfeuchten Lagen tritt sie sowohl im Torraum wie auch im Mittel- und Seitenfeld gleichmäßig auf. Nur in feuchten Lagen ist sie im Seitenfeld stärker anzutreffen als im Torraum und Mittelfeld. Die Sportflächen unterliegen allerdings keinem besonders narbensschädigenden Winterspielbetrieb, sondern werden nur von März bis Ende Oktober/Anfang November benutzt.

Summary

A survey was made of *Poa supina* in twelve grass playing fields in the Tyrol. They extended along the Inn valley, at heights of 500–900 m, with differing ecological conditions and ground that was, by Tyrolean standards, dry, medium wet and wet. Plant samples were taken, following a uniform system, in the goal mouths, in the centre and along the wings of each pitch. The survey found no *Poa supina* on the dry playing fields, even when irrigated, but it is the dominant species on medium-wet and wet sites, being particularly numerous on the latter. On medium-wet sites it is evenly distributed in the goal mouths, in the centre and along the wings. On wet sites it is more widely distributed on the wings than in the goal mouths or the centre. These playing fields, however, do not suffer serious winter damage, as they are used only from March to the end of October or the beginning of November.

Résumé

La présence et l'extension de *Poa supina* ont été étudiées sur douze pelouses de terrains de sport au Tyrol. Ces pelouses s'étendaient le long de la vallée de l'Inn à des altitudes de 500 à 900 mètres sous différentes conditions écologiques, c'est à dire à des endroits considérés pour le Tyrol comme secs, moyennement humides et humides. L'analyse botanique a été faite d'après un même système autour de la ligne de but, au centre et sur les ailes des terrains. Les examens montrent que *Poa supina* n'apparaît absolument pas sur les terrains secs, même irrigués. Elle est par contre l'espèce dominante dans les endroits moyennement humides et humides, où sa présence augmente alors en fonction de l'humidité. Elle apparaît autant autour du but qu'au centre et sur les côtés dans les endroits moyennement humides. Ce n'est que dans les sites humides qu'on la trouve plus abondante sur les côtés des terrains qu'autour du but ou au centre. Cependant ces pelouses de sport ne subissent pas de dommages excessifs, car elles ne sont pas utilisées en hiver mais seulement de mars à fin octobre-début novembre.

Einführung

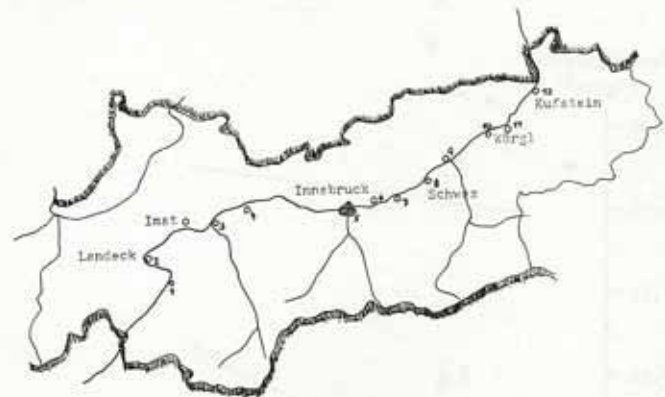
Über das Vorkommen von *Poa supina* wurde von verschiedenen Autoren berichtet. *Poa supina* tritt demnach ziemlich häufig in Tritt- und Lägergesellschaften des Gebirges und des Alpenvorlandes vorherrschend oder allein auf. Da dieses Gras unter Trittbedingungen eine sehr dichte und strapazierfähige Narbe bildet, wurden Beobachtungen angestellt, ob es auch seiner Farbe wegen als Rasengras verwendet werden könnte. Allerdings wirkt sich bei *Poa supina* die sehr früh einsetzende Winterruhe im Rasenaspekt aus, die bei einzelnen Ökotypen verschieden stark ausgeprägt sein kann (SKIRDE 1971). Nach eigenen Beobachtungen ist der Rasenaspekt in niederen Lagen mit entsprechend kurzer Schneedauer längere Zeit gelbstichig, in höheren Lagen mit langer Schneedauer zeigt sich hingegen verhältnismäßig schnell nach der Schneeschmelze eine sehr schöne dunkle Grünfärbung.

Die Tatsache, daß *Poa supina* als trittfestes Gras gilt und neuerdings auch in ökologisch ganz anders gearteten Räumen zur Torraumbesserung verwendet wird, veranlaßte dazu, im Raume Tirol einige Untersuchungen über das Vorkommen dieser Grasart auf Sportplatzanlagen durchzuführen.

Material und Methoden

In Darst. 1 sind die Standorte der untersuchten Sportplatzanlagen angeführt, und zwar:

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. Prutz | 7. Wattens |
| 2. Landeck | 8. Schwaz |
| 3. Haiming | 9. Jenbach |
| 4. Stams | 10. Kundl |
| 5. Innsbruck | 11. Wörgl |
| 6. Hall | 12. Kufstein |



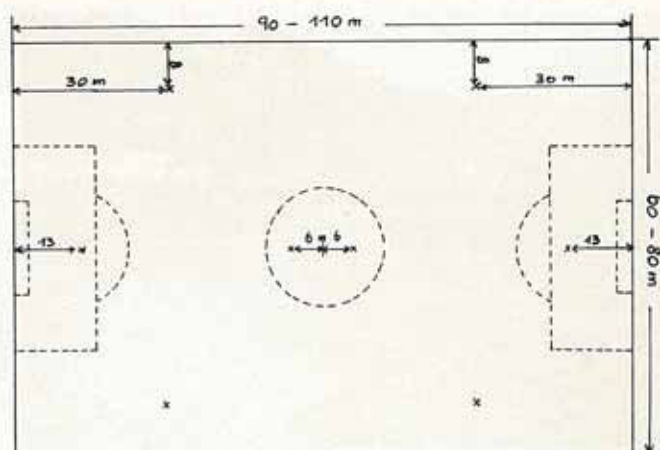
Darst. 1: Standorte der untersuchten Sportplatzrasen

Tabelle 1: Mittlere Niederschlagsmengen in mm (1931–1960 n. Fliri)

Orte	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Summe März-Okt.
Prutz (1)	29	26	47	77	100	87	65	41	472
Landeck (2)	42	35	56	91	119	104	76	51	574
Innsbruck (5)	44	55	78	119	147	119	83	68	713
Schwaz (8)	56	58	79	127	154	134	81	65	754
Wörgl (11)	81	76	93	134	149	133	90	74	830

ie zu ersehen ist, zieht sich das Aufnahmegebiet durch is ganze Tiroler Inntal von etwa 900 m – 500 m Seehöhe rlang (Prutz-Kufstein). Es handelt sich dabei zum größeren il um gut gebaute Sportplatzanlagen. Das Alter ließ sich ht genau erfassen, liegt aber etwa zwischen 7 und 15 Jah- n. Bodenaufbau und Tragschichtzusammensetzung wurden die Untersuchung nicht miteingezogen. Die Belastbarkeit t nach Aussagen der jeweiligen Platzwarte vom Frühjahr bis im Herbst generell sehr stark. Die Ansaat enthielt *Poa supina* mangels Saatgut in keinem Fall. (Tabelle 1)

ei diesen Erhebungen ging es in erster Linie um die Her- ellung der Beziehung zwischen Standort bzw. Klima und m Auftreten von *Poa supina*. Tabelle 1 gibt die mittleren ierschlagsmengen in mm während der Monate März bis ktober wieder. Bei Durchsicht ergibt sich etwa eine Ein- ilung in 3 Zonen. Einmal ein für Tirol ausgesprochenes ockengebiet im oberen Inntal (1–2), dann das mittlere In- l westlich und östlich von Innsbruck (3–8) und letztlich der um im östlichen Inntal mit sehr hohen Niederschlägen –12). Die Temperaturen erwiesen sich nicht so unterschied- ch, so daß eine Aussage aufgrund dieser Werte etwas vage scheint. Sie wurden daher nicht angeführt.



Darst. 2: Sportplatz mit Lageplan der Aufnahmestellen

Tabelle 2: Pflanzenbestand im Torbereich

Arten/Orte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bodenbedeckung in %	0	18	70	94	78	88	68	90	79	55	61	77
Gräser:												
<i>Poa supina</i>	–	–	12	55	63	44	11	12	54	38	38	42
<i>Poa annua</i>	–	–	7	5	9	13	29	45	2	+	1	1
<i>Poa pratensis</i>	–	1	4	21	2	14	9	7	4	1	1	10
<i>Lolium perenne</i>	–	17	46	10	4	15	19	24	19	15	19	21
<i>Phleum pratense</i>	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–
Klee und Kräuterarten:												
<i>Trifolium repens</i>	–	–	1	–	–	–	–	1	–	+	1	2
<i>Plantago maior</i>	–	–	+	1	–	2	–	1	–	1	1	1

Tabelle 3: Pflanzenbestand im Mittelfeld

Arten/Orte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bodenbedeckung in %	20	70	90	95	71	87	72	75	90	80	52	65
Gräser:												
<i>Poa supina</i>	–	–	49	49	53	43	17	11	66	48	34	49
<i>Poa annua</i>	–	–	10	4	7	13	31	32	3	1	–	+
<i>Poa pratensis</i>	1	45	13	33	8	14	5	3	3	3	+	1
<i>Lolium perenne</i>	19	24	12	1	3	14	19	28	18	28	15	13
<i>Phleum pratense</i>	–	–	–	4	–	–	–	–	–	–	–	–
Klee und Kräuterarten:												
<i>Trifolium repens</i>	–	–	1	1	–	1	–	–	–	–	1	1
<i>Plantago maior</i>	–	1	2	3	–	1	–	1	–	–	2	1
<i>Polygonum aviculare</i>	–	–	3	–	–	1	–	–	–	–	–	–

Tabelle 4: Pflanzenbestand im Seitenfeld

Arten/Orte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bodenbedeckung in %	71	80	92	99	92	91	92	95	96	90	93	96
Gräser:												
<i>Poa supina</i>	–	–	32	20	43	39	29	17	78	64	59	58
<i>Poa annua</i>	–	1	8	3	18	10	36	42	3	3	1	6
<i>Poa pratensis</i>	18	19	22	39	9	16	9	9	5	7	8	14
<i>Lolium perenne</i>	47	51	21	7	22	15	18	14	10	14	22	10
<i>Phleum pratense</i>	–	–	–	9	–	3	–	–	–	–	+	–
<i>Festuca rubra</i>	–	–	–	–	–	1	–	6	–	–	–	–
<i>Agrostis sp.</i>	–	–	–	10	–	–	–	–	–	–	–	–
Klee und Kräuterarten:												
<i>Trifolium repens</i>	2	6	4	6	–	5	–	3	–	1	2	2
<i>Plantago maior</i>	3	2	3	4	–	1	–	–	–	1	–	2
<i>Taraxacum officinale</i>	1	1	2	1	–	1	–	1	–	–	–	2
<i>Bellis perennis</i>	–	–	–	–	–	–	–	3	–	–	1	2

Vereinzelt vorkommende Arten: *Achillea millefolium*, *Polygonum aviculare*, *Cerastium sp.*, *Veronica sp.*



Rasensportplatz mit geringer Bodenbedeckung im Mittelfeld



Rasensportplatz mit verhältnismäßig guter Rasendecke

Die Aufnahmemethode wurde nach einem einfachen System festgelegt. Darst. 2 zeigt die räumliche Verteilung der Aufnahmestellen in den Torräumen, den Mittel- und Seitenfeldern. Die Angaben der Pflanzenbestandserhebungen sind in den weiteren Tabellen als Mittelwerte angeführt. Die Schätzung erfolgte in Deckungsgraden. Es wurde die projektive Bodenbedeckung (PIETSCH 1964) von jeder Art und der Deckungsgrad mit Hilfe einer 100gradigen Skala geschätzt. Unbedeckter Boden plus Deckung des Pflanzenbestandes ergeben somit 100 %. Die Aufnahmefläche von jeder Stelle betrug etwa 30–50 m².

Ergebnisse

Die vorgenommene Reihung der Artendominanz (zonale Mittelwerte) erlaubt etwa allgemein folgende grundsätzliche Aussage:

In für Tirol trockenen Lagen treten nur *Lolium perenne* und *Poa pratensis* auf. In mittelfeuchten und feuchten Lagen dominiert eindeutig *Poa supina*, gefolgt von *Lolium perenne*, *Poa annua* und letztlich *Poa pratensis*. Weiteres ergibt sich, daß in mittelfeuchten Lagen bei allen Aufnahmestellen *Poa annua* gleich nach *Poa supina* kommt, während sie in feuchten Lagen an letzter Stelle steht.

Einen detaillierten Einblick über das Auftreten von *Poa supina* wie auch der anderen Arten ermöglichen die Angaben in den Tabellen 2–4. Die Bodenbedeckung ist in trockenen Lagen im Torraum von 0–18 % sehr schlecht, in mittelfeuchten und feuchten Lagen sowie im Mittel- und Seitenfeld in allen Lagen relativ gut.

Wie schon erwähnt, ist in trockenen Lagen nur *Lolium perenne* und *Poa pratensis* zu finden. Im Mittelfeld ist in mittelfeuchten Lagen *Poa supina* und *Lolium pe-*

renne vorherrschend, es treten aber auch *Poa pratensis* und *Poa annua* stärker auf. In feuchten Lagen bilden fast ausschließlich *Poa supina* und *Lolium perenne* die Rasendecke, während *Poa pratensis* und *Poa annua* fast bedeutungslos sind. *Phleum pratense*, *Festuca rubra* und *Agrostis* sp. kommen nur vereinzelt vor. Der Anteil von Klee- und Kräuterarten ist überraschend niedrig und interessanterweise im Seitenfeld bei an und für sich geringerer Belastung am stärksten.

Nachdem die Sportanlagen 1–2 ständig beregnet werden und somit ausreichend ergänzenden Niederschlag erhalten, möchte man annehmen, daß dies auch für das Auftreten von *Poa supina* förderlich wäre. Dem ist aber nicht so. Es scheint doch der Standort mit natürlich gegebenen Feuchtigkeitsverhältnissen für die Entwicklung von *Poa supina* maßgebend zu sein.

Literatur

- FLIRI, F., 1975: Das Klima der Alpen im Raum von Tirol. Universitäts-Verlag Wagner, Innsbruck-München, 454 S.
 LÖTKE ENTRUP, N., 1975: Einige Hinweise für Verbreitung, Systematik und Biologie von *Poa supina* **Schrad. Rasen - Turf - Gazon** 1, 11–13.
 OBERDORFER, E., 1970: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. Eugen Ulmer, Stuttgart, 987 S.
 PIETSCH, R., 1964: Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen an Fußballsportrasen. **Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau** 119, 347–368.
 SKIRDE, W., 1971: Beobachtungen an *Poa supina* **Schrad. Rasen - Turf - Gazon** 2, 58–62.

Verfasser: Dir. Dipl. Ing. L. KOCK
 Ing. A. WALCH,
 Landesanstalt für Pflanzenzucht und Samenprüfung in Rinn
 bei Innsbruck, Tirol.

Reihung der Artendominanz nach Deckungsprozenten

im	Trockene Lagen (1–2)	Mittelfeuchte Lagen (3–8)	Feuchte Lagen (9–12)
Torraum:	<i>Lolium perenne</i> <i>Poa pratensis</i>	<i>Poa supina</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Poa annua</i> <i>Poa pratensis</i>	<i>Poa supina</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Poa pratensis</i> <i>Poa annua</i>
Mittelfeld:	<i>Poa pratensis</i> <i>Lolium perenne</i>	<i>Poa supina</i> <i>Poa annua</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Poa pratensis</i>	<i>Poa supina</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Poa pratensis</i> <i>Poa annua</i>
Seitenfeld:	<i>Lolium perenne</i> <i>Poa pratensis</i>	<i>Poa supina</i> <i>Poa annua</i> <i>Poa pratensis</i> <i>Lolium perenne</i>	<i>Poa supina</i> <i>Lolium perenne</i> <i>Poa pratensis</i> <i>Poa annua</i>

Grass sportsfields: Toplayer compaction and soil aeration

A. L. M. Van Wijk, W. B. Verhaegh and
J. Beuving, Wageningen

Summary

A study was made on four grass sportsfields to determine whether there is incompatibility between the high bulk density of the rootzone which is needed to give a soil strength adequate for good playing conditions and the amount of air in the soil which is necessary for grass growth. Soil air was measured in terms of the oxygen diffusion rate (ODR) and the oxygen concentration in the soil gas phase. The measurements were made during part of the 1974/1975 playing season and the entire 1975/1976 season, two winter periods with very different precipitation. The measured ODR and oxygen concentrations were compared with values mentioned in the literature as limiting for grass growth. Such values were temporarily reached in the wet conditions of 1974/1975, especially on the most compacted plots, but during the 1975/1976 playing season no limiting values were obtained. Despite quite different soil air conditions in the same field in consecutive seasons or on different fields in the same season, there was little variation in sward development. The possibly unfavourable effect of high rootzone density on soil air is greatly outweighed by the direct effects of play itself.

Zusammenfassung

Eine für Beispielbarkeit ausreichende Bodenfestigkeit erfordert ein hohes Volumengewicht der Tragschicht. Auf vier Rasensportflächen wurde untersucht, inwiefern ein hohes Volumengewicht der Tragschicht den Anforderungen der Rasendecke an den Sauerstoffhaushalt entgegengesetzt ist. Der Sauerstoffhaushalt des Bodens wurde durch Messungen der Sauerstoffdiffusionsgeschwindigkeit und der Sauerstoffkonzentration in der Bodenluft festgelegt. Die Messungen wurden während eines Teiles der Spielsaison 1974/1975 und während der ganzen Saison 1975/1976 ausgeführt, in Perioden, die völlig verschieden betreffs der Niederschlagsmenge waren. Die gemessenen Sauerstoffdiffusionsgeschwindigkeitswerte und Sauerstoffkonzentrationswerte werden mit den in der Literatur als schädlich für Rasen erwähnten Werten verglichen. Während der nassen Spielsaison 1974/1975 wurden besonders auf den am meisten verdichteten Stellen zeitweise Sauerstoffdiffusionsgeschwindigkeitswerte und Sauerstoffkonzentrationen gemessen, die wenig verschieden von den in der Literatur als nachteilig für Rasen erwähnten Werten sind. Während der Saison 1975/1976 wurden keine wachstumshemmende Werte beobachtet. Ungeachtet des völlig verschiedenen Sauerstoffhaushaltes auf denselben Feldern in aufeinanderfolgenden Perioden oder auf mehreren Feldern während derselben Saison zeigt sich der Verlauf der Dichte der Rasendecke kaum verschieden. Ein möglicher Einfluß eines durch Verdichtung der Tragschicht gehemmten Sauerstoffhaushaltes wird weit von einer unmittelbaren Schädigung durch Bespielung übertroffen.

Résumé

Un stabilité suffisante du sol pour résister à l'usure par le jeu demande une densité apparente élevée de la couche portante. Mais jusqu'à quel point une densité élevée est-elle en opposition avec une aération suffisante du sol pour permettre la croissance des graminées? C'est ce qui a été étudié sur quatre terrains de sport. L'aération du sol a été mesurée par la détermination de la vitesse de diffusion de l'oxygène et de la concentration d'oxygène dans la phase gazeuse du sol. Les mesures ont été effectuées pendant une partie de la saison de jeu 1974/1975 et pendant toute la saison 1975/1976, durant deux hivers absolument différents du point de vue climatique. Les résultats obtenus furent comparés aux valeurs considérées dans la littérature spécialisée comme étant nuisibles pour les pelouses. On enregistra pendant la saison humide 1974/1975, surtout dans les surfaces très compactées, des vitesses de diffusion et des concentrations en oxygène proches des valeurs citées comme nuisibles pour le gazon. Les résultats observés pendant la saison 1975/1976 ne furent par contre pas limitants pour la croissance. Malgré des conditions d'aération différentes sur les mêmes terrains pendant des saisons consécutives ou sur des terrains différents au cours d'une même saison, la densité du gazon fut en fait peu variable. Les dégâts directs causés par le piétinement lors du jeu sont bien supérieurs à ceux d'une aération éventuellement défavorable due à une densité élevée de la couche portante.

Introduction

The pressures exerted on the turf by a soccer player can rise to very high values. THORNTON (1973) and CANAWAY (1975) mention effective momentary weights during running or scrummaging up to about 40 kg/cm². These forces not only affect the grass component of the turf, but they bring about as well compaction of the toplayer. This is coupled with a decrease of the hydraulic conductivity of the soil and a reduction in the interchange of oxygen and carbon dioxide between soil and atmosphere. On the other hand the increase in bulk density as well involves a change in soil strength. The shearing strength of granular soils is highly dependent on the degree of particle packing. The denser the packing, the greater the energy input needed for shear distortion and volume change.

From an investigation on established grass sportsfields VAN WIJK and BEUVING (1975) have shown that the playing conditions are determined to a high degree by the soil strength of the toplayer, measured as cone penetration resistance. A means to improve the playing conditions is to heighten the soil strength by increasing the bulk density of the toplayer. However, compaction of the toplayer can be accepted only when the reduc-

tion of the hydraulic conductivity does not result in too wet soil moisture conditions limiting the playability. So information is required about the effect of an increase in dry bulk density on hydraulic conductivity, not only at moisture saturation but also in the range of soil water pressure heads prevailing during the main part of the playing season.

To what extent the hydraulic conductivity limits the playability by ponding or by too high soil water pressure heads (with a negative sign), can be investigated with the aid of a simulation model of unsaturated flow of moisture in soils. This will not be discussed in this paper, but is at the moment under investigation.

An increase in dry bulk density of the toplayer will also affect the aeration status of the soil. To what extent densities of the toplayer required for a soil strength adequate for good playing conditions is controversial to an aeration status of the soil sufficient for grass growth, is the subject of this paper.

Materials and Methods

Over part of the playing season of 1974/1975 and over the entire season of 1975/1976 measurements of soil aeration were performed on an extensively and intensively used plot of four established grass sportsfields. These fields are con-

Table 1:
Grain size distribution and organic matter content of the layer 0 to 2,5 cm and dry bulk density of the layer 0 to 5 cm on an extensively and intensively used plot of four grass sportsfields

Field	Use intensity	$\langle \mu\text{m} \rangle$	Grain size distribution (%)					Org. matter (%)	Dry bulk density ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)	
			2-16	16-50	50-105	105-150	150-210			
A	extensive	12,4	8,3	7,9	2,2	3,0	11,1	55,1	8,8	1,22
	intensive	5,9	3,5	4,4	4,7	8,7	15,6	57,2	5,3	1,56
E	extensive	2,8	1,4	2,5	14,6	26,7	28,2	23,8	9,1	1,25
	intensive	2,5	1,3	2,7	14,2	25,1	25,0	29,2	8,0	1,46
F	extensive	2,8	2,0	3,8	6,8	13,8	19,4	51,4	9,9	1,27
	intensive	2,1	1,4	2,3	9,2	23,4	27,9	33,7	6,8	1,49
G	extensive	1,9	0,7	1,8	13,6	31,5	29,0	21,5	3,2	1,42
	intensive	1,5	0,5	1,5	11,3	31,2	31,9	22,1	3,0	1,54

structured on a calcareous clay loam covered with a sand-layer of 15 to 10 cm thickness (A), on a medium fine humous sand (E), on a medium coarse humous sand (F) and on a medium fine sand poor in organic matter (G). Some characteristics of the toplayer of these fields are summarized in table 1.

At soil moisture conditions prevailing during the main part of the playing season (a period with a precipitation surplus), penetration resistances of about 14 kg/cm^2 (required for intensive use of grass sportsfields, see VAN WIJK and BEUVING 1975) have been measured almost always in the upper cm's of the toplayer of the intensively used plots at the dry bulk densities mentioned in table 1. Penetration resistances measured at the much lower dry bulk densities of the toplayer of the extensively used plots are too low to permit intensive use.

To characterize the soil aeration, the oxygen diffusion rate (ODR) and the O_2 -concentration in the soil gas phase were measured. The ODR was measured according to the method of LEMON and ERICKSON (1952). This method is based on the reduction of oxygen on the surface of a platinum electrode inserted in the soil, after a certain voltage is applied between the platinum electrode and a reference electrode. The current resulting from the O_2 -reduction is a measure for the oxygen diffusion rate to the platinum electrode which is

acting as an O_2 -sink. The ODR-measurements were performed at depths of 1, 5, 10, 15, 20, 30 and 40 cm below surface.

To record the O_2 -concentration with depth, soil gas samples were taken from small diffusion chambers buried at 5, 10, 20 and 40 cm below surface. The soil gas was analyzed on oxygen with the aid of a Johnson & Williams Oxygen Analyser. Comparing the demands of grass with regard to soil aeration taken from literature, with oxygen diffusion rates and oxygen concentrations in the soil gas phase actually measured under varying conditions on the four fields can give information to what extent the requirements in view of adequate soil strength of the toplayer for playability and the growth of grass are controversial.

Results

Oxygen diffusion rate (ODR)

A survey of the measurements on ODR at depths 1, 5, 10 and 15 cm on the fields A, E and G is presented in fig. 1. The course of the ODR in time was rather similar on the investigated fields: a gradual decrease on the considered depths in autumn and an increase, sometimes very sharp, in spring. Because the ODR is affected by soil moisture content, texture and bulk density,

Figure 1

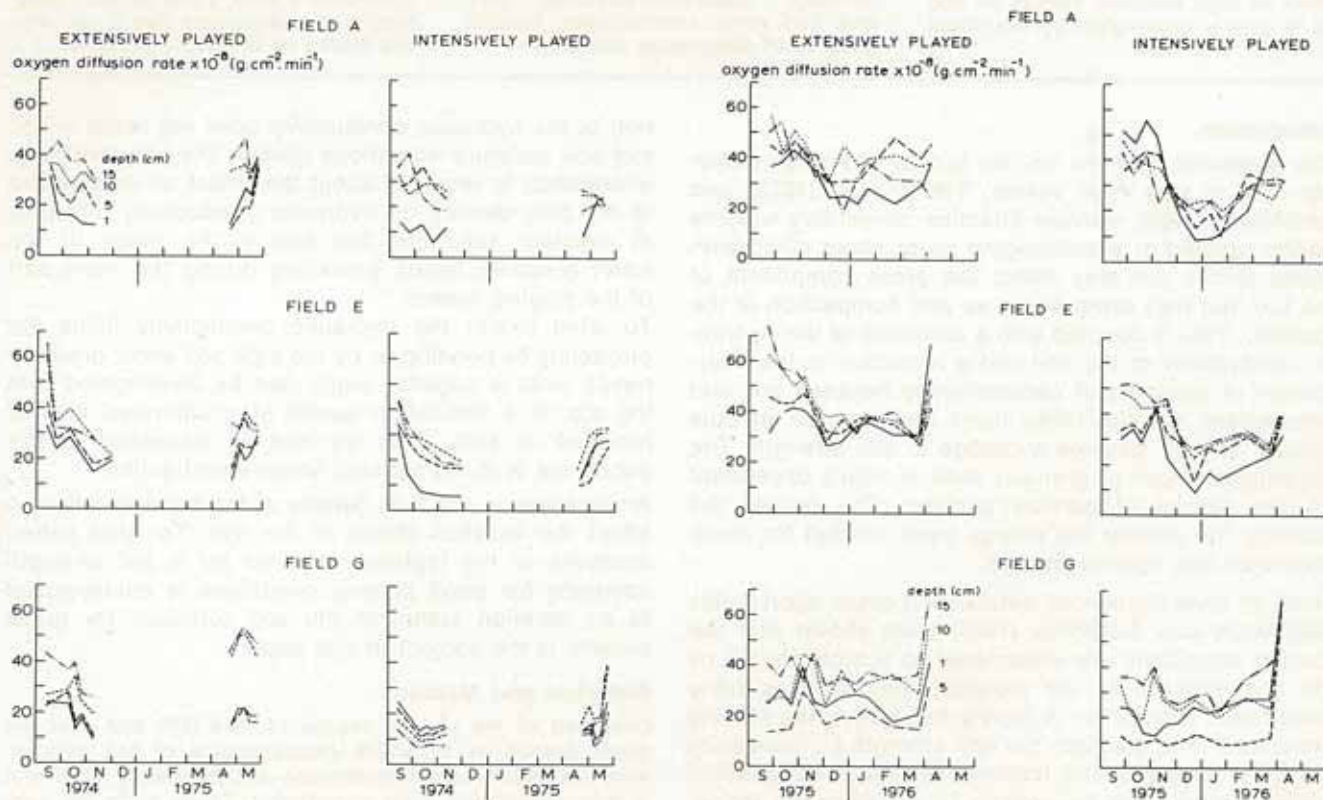
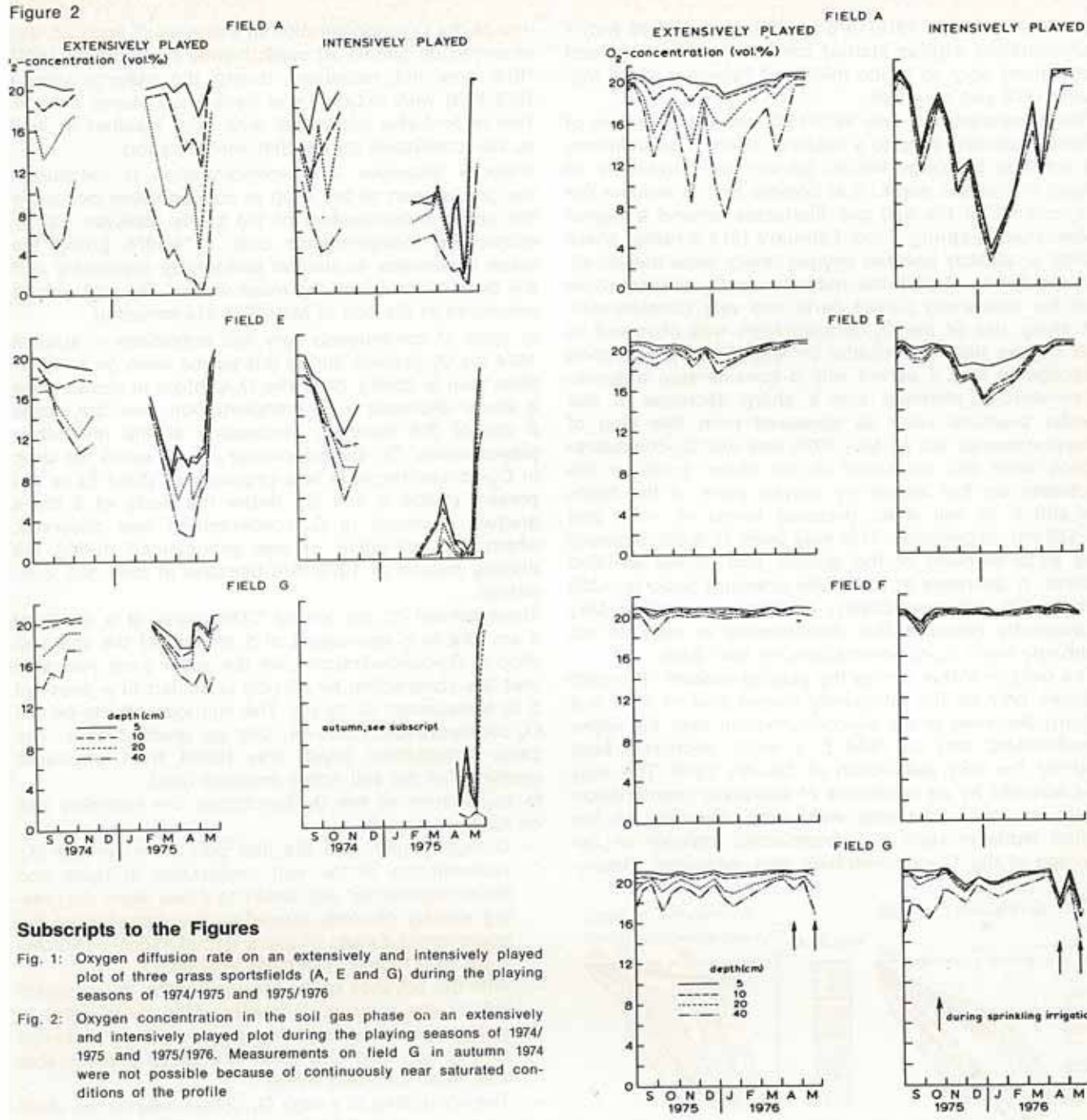


Figure 2



Subscripts to the Figures

Fig. 1: Oxygen diffusion rate on an extensively and intensively played plot of three grass sportsfields (A, E and G) during the playing seasons of 1974/1975 and 1975/1976

Fig. 2: Oxygen concentration in the soil gas phase on an extensively and intensively played plot during the playing seasons of 1974/1975 and 1975/1976. Measurements on field G in autumn 1974 were not possible because of continuously near saturated conditions of the profile

the measurements will vary with changes in these soil properties. Increasing soil moisture contents in autumn and decreasing ones in spring may explain the picture found. Moreover, a possible increase of the bulk density in the upper centimeters of the toplayer after the start of the playing season may also contribute to a reduction in ODR. A reduction in ODR with depth is generally observed in soils (LEMON and ERICKSON, 1955; DOYLE and McLEAN, 1958). This is connected with a gradual increase in soil moisture content and bulk density with depth. A similar tendency in the course of the ODR with depth was observed from a depth of 10 to 15 cm in the investigated soils. However, the ODR measured at 1 cm and to a less extent the one at 5 cm below surface were often considerably lower than those at greater depths. This points to a higher diffusion resistance in the upper centimeters of the toplayer, which must be caused by compaction and blocking of the larger pores by roots.

The difference in compaction between the extensively

and intensively played parts only finds expression in the temporarily strongly lower ODR-values at the depths of 1 and 5 cm below surface on the intensively used parts of the fields.

The measurements on ODR and O₂ in 1974/1975 on the intensively played part of field G deviate from the other ones on account of frequently nearly saturated conditions over almost the entire profile caused by a very poorly structured layer between 15 and 40 cm below surface. In 1975/1976 the measurements on ODR and O₂ have been performed on another intensively used part of field G.

Oxygen concentration

The measurements on oxygen in the soil gas phase during the playing seasons of 1974/1975 and 1975/1976 are summarized in fig. 2.

The oxygen status of the soil during the seasons was quite different. The period September 1974 up to January 1975 inclusive was an excessively wet period and also the spring of 1975 was rather wet. During the

playing season of 1975/1976 a continuous period with a precipitation surplus started not before November and continued only up to the middle of February. Only January 1976 was very wet.

The measurements over 1974/1975 show a reduction of the O_2 -concentration to a depth of 40 cm. This indicates a soil gas exchange limited by wet soil conditions, at least to this soil depth. It is notable that in autumn the O_2 -content of the soil gas fluctuates around a higher level than in spring. From February 1975 a rather sharp drop or already lowered oxygen levels were measured. In the spring of 1975 the reduction in O_2 -concentration on the intensively played parts was very considerable. A sharp rise of the O_2 -concentration was observed at all depths from the middle of May. From the second decade of May a period with a considerable evaporation started, attended with a sharp decrease in soil water pressure head as appeared from this kind of measurements. On 15 May 1975 very low O_2 -concentrations were still measured in the upper 5 cm of the toplayer on the intensively played parts of the fields A and E at soil water pressure heads of -150 and -110 cm respectively. This may point to a discontinuity by water-blocking of the greater part of the air-filled pores. A decrease in soil water pressure head to -350 and -300 cm respectively, as measured on 23 May apparently removed this discontinuity in view of the strongly risen O_2 -concentrations on that date.

The oxygen status during the playing season 1975/1976 shows only on the intensively played part of field A a sharp decrease of the O_2 -concentration over the upper centimeters and on field E a small decrease, both during the very wet month of January 1976. This may be affected by an omittance of adequate maintenance, such as timely dressing with sand, because on the other fields in spite of a compacted toplayer no decrease of the O_2 -concentration was measured. Reduc-

tion of the O_2 -concentration in the subsoil, such as was observed on almost all experimental plots during 1974/1975, was not measured during the playing season 1975/1976 with exception of field A on clayey subsoil. This is probably connected with drier weather as well as soil conditions during that winter period.

When a decrease in O_2 -concentration is measured, the greater part of the drop in concentration occurs in the upper 5 centimeters of the sandy toplayer. Fig. 3. shows the measurements over 1974/1975 giving the mean O_2 -profiles in autumn and spring separately and the dispersion around the mean values. The high values measured at the end of May 1975 are excluded.

In spite of continuously very wet conditions in autumn 1974 the O_2 -profiles during this period were on a higher level than in spring 1975. The O_2 -profiles in spring show a sharp decrease in O_2 -concentration over the upper 5 cm of the toplayer, particularly at the intensively played areas. On the extensively played areas the drop in O_2 -concentration is less pronounced (field E) or not present (fields A and G). Below the depth of 5 cm a gradual decrease in O_2 -concentration was observed, which did not occur or less pronounced during the playing season of 1975/1976 because of drier soil conditions.

Measurement of the lowest ODR-values at a depth of 1 cm and to a less extent at 5 cm and of the sharpest drop in O_2 -concentration over the upper 5 cm, indicates that the compaction by playing is limited to a depth of 5 to a maximum of 10 cm. The injurious effects on the O_2 -concentration, however, can go much deeper. The same compaction depth was found from measured gradients of the soil water pressure head.

In explanation of the O_2 -distribution the following can be said:

- During autumn and the first part of winter the O_2 -consumption of the soil (respiration of roots and micro-organisms) decreases to a low level. Increasing activity of roots preceding the regrowth of the above-ground parts of grass and of micro-organisms leads to a higher O_2 -uptake in spring.
- With the advance of the playing season the compaction of the toplayer increases. This means that in spring the conditions for gas exchange between atmosphere and soil often are more unfavourable than in autumn and winter.
- The coinciding of a high O_2 -uptake rate by the roots on grass sportsfields, with up to about 90% of the total root mass concentrated in the upper 5 cm, with an oxygen diffusion rate in this layer reduced by compaction and wet soil conditions will cause the drop in O_2 -concentration such as measured during the spring of 1975.

Because of bad weather conditions a number of matches was cancelled in the autumn of 1974. Therefore the competition programme had to be more intensively performed from January 1975. Because of this the compaction was possibly more severe in spring than in autumn. This may have widened the differences between the oxygen status in autumn 1974 and 1975.

A similar seasonal reduction in O_2 -concentration in the soil gas phase as mentioned above was reported by BOYNTON and COMPTON (1944) for orchard soils (silty clay and light silty clay-loam). A sandy loam did not show this reduction in spring. Comparing the O_2 -distributions measured in 1974/1975 and 1975/1976 shows that the extent in which these seasonal fluctuations occur will depend on a combination of soil type and the governing weather conditions.

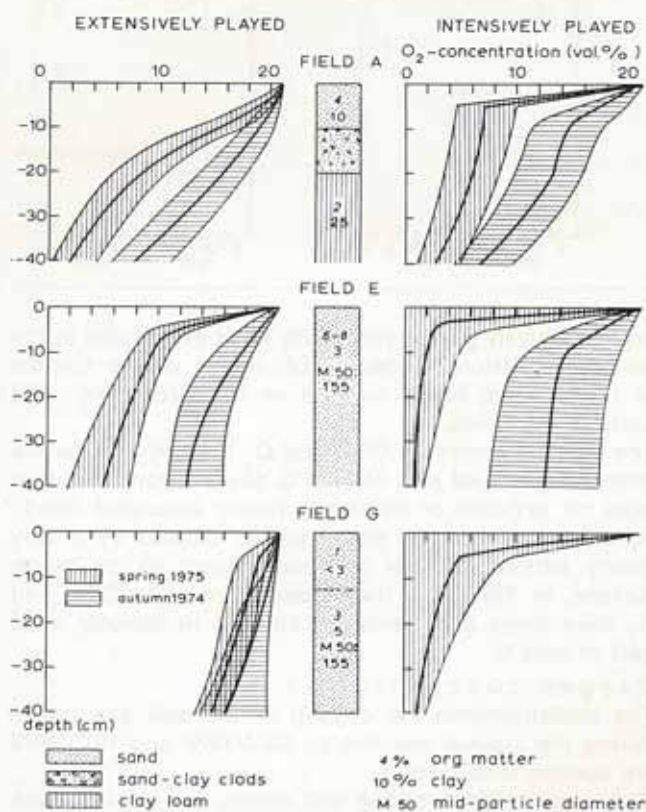


Fig. 3. O_2 -profiles in autumn 1974 and spring 1975 on an extensively and intensively played plot of the grass sportsfields A, E and G

Discussion

As appears from the measurements, playing affects the aeration status of grass sportsfields as characterized by the oxygen diffusion rate and the O_2 -concentration of the soil gas phase. Investigations on the response of grass species on oxygen diffusion rate and O_2 -content of the soil gas phase are not numerous. More amply the tolerance of grasses to flooding is investigated (cf. BEARD, 1973). LETEY et al. (1964) found that the vegetative growth of Newport Kentucky bluegrass was not restricted by a soil oxygen content as low as 2%. Root growth was only affected at an O_2 -concentration of 1%. A similar figure was reported by WADDINGTON and BAKER (1965) with regard to Penncross creeping bentgrass.

LETEY et al. (1964) report an ODR of $20 \times 10^{-8} \text{ g. cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ as required for root growth of Newport Kentucky bluegrass. A value of about $15 \times 10^{-8} \text{ g. cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ appeared to be the lower limit for root growth of bermudagrass (LETEY et al. 1966). WADDINGTON and BAKER (1965) found the root growth of Merion Kentucky bluegrass only reduced at an ODR below 5 to $9 \times 10^{-8} \text{ g. cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$. Penncross creeping bentgrass grows well in soils having an ODR down to $3 \times 10^{-8} \text{ g. cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$. GRADWELL (1965, 1967) found a consistent relationship between the growth of perennial ryegrass and ODR.

The above-ground growth was reduced at an ODR below $10 \times 10^{-8} \text{ g. cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ and the root growth below $7,5 \times 10^{-8} \text{ g. cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$.

Most of the ODR values mentioned as reducing growth of various grass species are considerably lower than $20 \times 10^{-8} \text{ g. cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$, mentioned as limiting root growth of most crop species. Compared with crops, grass has a good tolerance to a low oxygen availability. The low critical O_2 -concentrations mentioned afore and the tolerance of most grasses to flooding at temperate temperatures (BEARD 1973) indicate this too.

Cool season turfgrasses mostly applied on sportsfields in the Netherlands are perennial ryegrass and Kentucky bluegrass. On the grass sportsfields involved in the investigation perennial ryegrass and annual bluegrass dominated for 90 to 100%. The portion of perennial ryegrass amounted to about 65%.

The incomplete measurements on ODR during the playing season 1974/1975 give rise to the assumption that temporarily ODR values may have occurred near or below $7,5 \times 10^{-8} \text{ g. cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$. GRADWELL (1967) found as limiting root growth of perennial ryegrass. During the playing season 1975/1976 this was nowhere the case. During spring 1975 low O_2 -concentrations were observed near the level of 1%, mentioned by LETEY et al. (1964) as limiting root growth of Newport Kentucky bluegrass. How far the dominating perennial ryegrass has suffered at these temporarily low ODR and O_2 -levels is difficultly to establish.

Fig. 4. shows the course of the sward density on three differently played experimental plots of the four involved grass sportsfields. Field A, E and F were played with equal frequency, while field G was less frequently

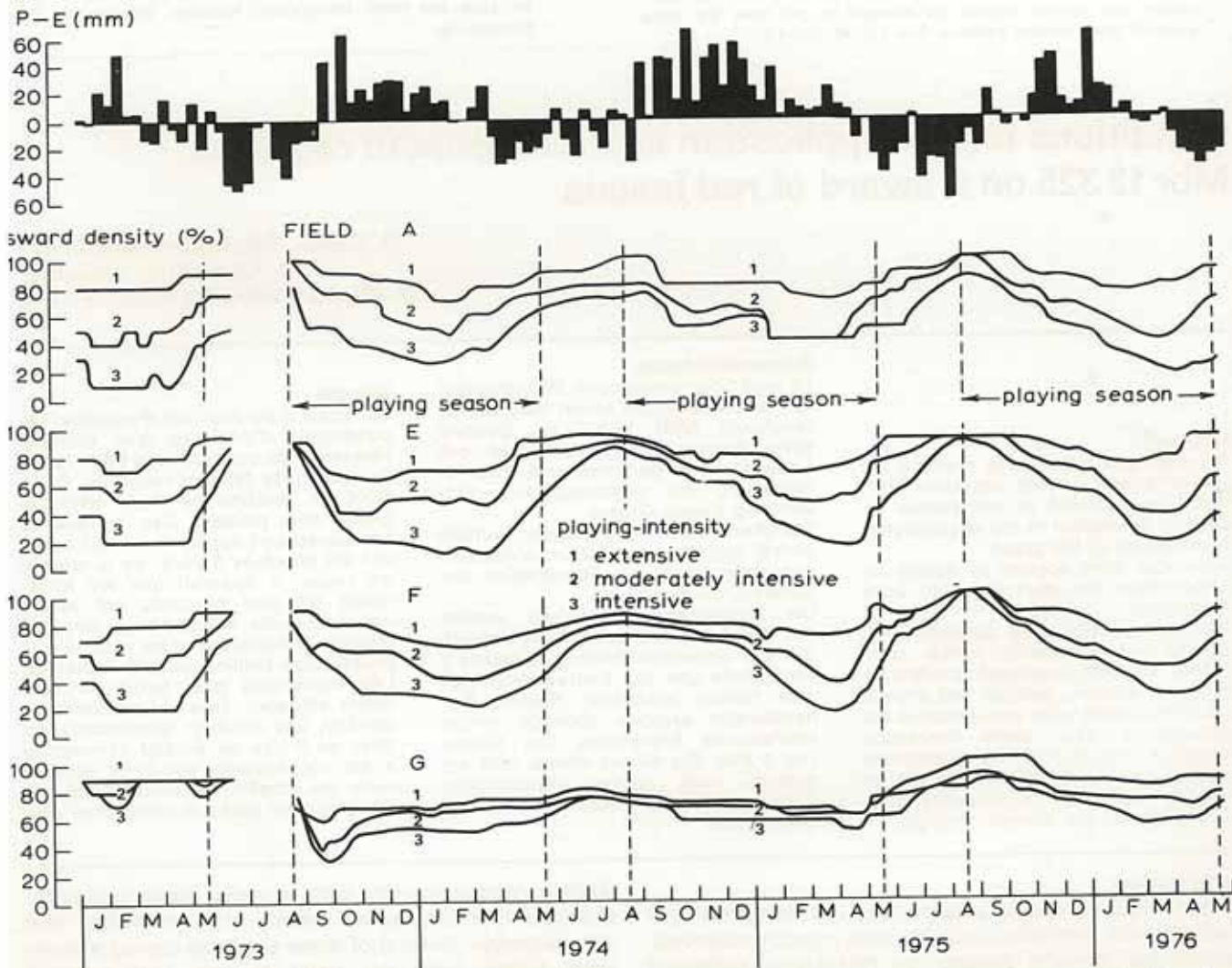


Fig. 4: Precipitation surplus (P-E in mm) and course of sward density on plots of the fields A, E, F and G with different playing-intensity

played. In spite of completely different aeration conditions during the playing seasons 1974/1975 and 1975/1976, the course of the sward density on the four fields is rather similar during both seasons. The poorer aeration conditions during part of the playing season 1975/1976 on field A does not result in a sward density deviating from those on field E and F having hardly lowered O_2 -concentrations. From the beginning of April 1975 a rather vigorous recovery of the sward was observed despite poor aeration conditions during that period. From the start of each playing season the sward density decreases because the abrasion of the grass exceeds the rate of growth. From about the middle of March, at the start of regrowth, indicated by an evaporation surplus, the recovery of the sward exceeds the injury by playing.

The general impression gained from comparison of the measured ODR and O_2 -concentrations with values reported in literature as limiting for root growth and from the reaction of the sward on the measured oxygen status of the soil, does not suggest a seriously injurious effect of the soil aeration on grass growth on grass sportsfields. This despite the rather high dry bulk densities of the sandy topsoils required for a soil strength adequate for good playing conditions. It appears that the mechanical effect of playing on sward density widely overshadows any aeration effects.

Literature

- BEARD, J., 1973: Turfgrass science and culture. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N. Y., 658 pp.
BOYNTON, D. and O. C. COMPTON, 1944: Normal seasonal changes of oxygen and carbon dioxide percentages in gas from the larger pores of three orchard subsoils. *Soil Sci.* **57**, 107-117.

- CANAWAY, P. M., 1975: Turf wear: a literature review. *J. Sports Turf Res. Inst.* **51**, 92-103.
DOYLE, J. J. and A. A. McLEAN, 1958: The effect of soil aggregate size on availability of oxygen and on growth of tomatoes. *Can. J. Soil Sci.* **38**, 143-146.
GRADWELL, M. W., 1965: Soil physical conditions of winter and the growth of rye grass plants. I. Effects of compaction and puddling. *New Zealand J. Agric. Res.* **8**, 238-269.
GRADWELL, M. W., 1967: Soil physical conditions of winter and the growth of rye grass plants. II. Effects of soil atmosphere. *New Zealand J. Agric. Res.* **10**, 425-434.
LEMON, E. R. and A. E. ERICKSON, 1952: The measurement of oxygen diffusion in the soil with a platinum micro-electrode. *S. S. S. A. Proc.* **16**, 160-163.
LEMON, E. R. and A. E. ERICKSON, 1955: Principle of the platinum micro-electrode as a method of characterizing soil aeration. *Soil Sci.* **79**, 383-392.
LETEY, J., L. H. STOLZY, O. R. LUNT and V. B. YOUNGER, 1964: Growth and nutrient uptake of Newport bluegrass as affected by soil oxygen. *Plant and Soil* **20**, 143-148.
LETEY, J., C. MORGAN, S. J. RICHARD and N. VALORAS, 1966: Physical soil amendments, soil compaction, irrigation and wetting agents in turfgrass management. III. Effects on oxygen diffusion rate and root growth. *Agron. J.* **58**, 531-535.
THORNTON, D. J., 1973: A field trial of sportsfields construction materials extremely high in sand content. *J. Sports Turf. Res. Inst.* **49**, 29-44.
WADDINGTON, D. V. and J. H. BAKER, 1965: Influence of soil aeration on the growth and chemical composition of three grass species. *Agron. J.* **57**, 253-258.
WIJK, A. L. M. VAN and J. BEUVING, 1975: Relation between playability and some soil physical aspects of the topsoil of grass sportsfields. *Rasen - Turf - Gazon* **6**, 77-83.

Authors: A.L.M. VAN WIJK, W. B. VERHAEGH and J. BEUVING, Institute for Land and Water Management Research, Wageningen, The Netherlands.

Conditions for the application of a new growth regulator Mbr 12 325 on a sward of red fescue

D. Cairol, Saint-Germain-en-Laye
C. Chevallier, Versailles
D. Monnet, Saint-Germain-en-Laye

Summary

This trial was intended to examine the use of a new growth regulator MBR 12 325 on a sward of red fescue cv. Dawson, in relation to the physiological development of the grass.

Two rates were applied at weekly intervals from the start of shoot apex elongation.

The best results were obtained with the earliest treatments, which completely stopped seedhead production and, until autumn, reduced leaf growth. Later treatments were less effective but nevertheless gave some interesting results. A rate of 3 litre/ha commercial product was satisfactory on this species but some signs of phytotoxicity were observed after the summer drought.

Zusammenfassung:

Es wird über bestehende Möglichkeiten zur Anwendung des neuen Wachstumsregulators MBR 12 325 am Beispiel eines Rasens aus Rotschwengel der Sorte Dawson berichtet, und zwar in Beziehung zur physiologischen Entwicklung dieses Grases.

Die chemischen Behandlungen wurden einmal pro Woche mit 2 verschiedenen Aufwandmengen, bei Schoßbeginn beginnend, durchgeführt.

Die wirksamsten Ergebnisse wurden bei der frühesten Behandlung erzielt, die die Samentriebbildung vollständig verhinderte und das Blattwachstum bis zum Herbst reduzierte. Spätere Behandlungen ergaben ebenfalls einige interessante Ergebnisse. Die Menge von 3 l/ha des Mittels erwies sich als günstig, doch wurden phytotoxische Störungen infolge Sommertrockenheit beobachtet.

Résumé

Cet essai a eu pour but d'examiner les possibilités d'utilisation d'un nouveau régulateur de croissance le MBR 12 325 sur gazon de fétuque rouge cv. DAWSON, en fonction du stade physiologique des plantes. Des traitements hebdomadaires appliqués à deux doses ont été effectués à partir de la montée de l'apex. Il apparaît que les traitements les plus précoces ont assuré une excellente efficacité en stoppant totalement l'épiaison et en réduisant la pousse des feuilles jusqu'à l'automne. Les traitements plus tardifs ont été moins efficaces, mais ont présenté cependant des résultats intéressants. La dose de 3 l/ha de produit commercial a été satisfaisante sur cette espèce, mais des dégâts de phytotoxicité ont été constatés après la sécheresse estivale.

Introduction

The mowing of sward grasses involves economic and maintenance problems which become more pronounced, during the growing season, on extensively cultivated areas.

Growth regulators may help to solve these problems, provided they induce no toxicity or phytotoxicity and are adaptable. Several of these products having already been tested, from this point of view, with unequal results in french conditions. It was decided to examine

the possibilities of MBR 12 325. This first essay was set up in 1976 with a single species and a single cultivar of red fescue cv. DAWSON, sown in 1975, with the aim to determine the most efficient dates and rates before examining the possibility of applying them to other grasses.

Material and Methods

Management

This essay was established on a ground belonging to the Agricultural High School of St-Germain-en-Laye (Yvelines). Soil: Loam, sandy clay.

Plants: Slender creeping red fescue cv. DAWSON, date of planting: 3. 6. 1975.

Fertilizers: (N — 150 kg/ha in 4 applications (P₂O₅ and K₂O — 150 kg/ha of each element.

Weed control: 2-4 D + Dicamba — end of September 1975. Irrigation — no irrigation was applied to the essay.

Mowing — 1975: Once a week during the active growing periods and twice a month during the periods of slower growth.

— 1976: No mowing was performed on plots treated with growth-regulator in 1976.

The control plots were mowed at the beginning of flowering time.

3. Experimental design

The growth regulator was sprayed, at two rates, (3 and 5 l of commercial product/ha) under a constant pressure of 3 bars. The table shows that the treatments were applied, depending on the height of the stem apex above the crown. The surface of the individual plot totalled 10 m². Each treated plot was adjacent to a control plot, the surface of both being identical. The essay was not replicated.

Table 2:

Stage of growth of the time of application

Treatment (A = 3 l/ha, B = 5 l/ha)	Date	Height of the apex at the date of application (cm)	Height of the leaves at the date of treatment (cm)
1	8. 4. 1976	1,7	8
2	13. 4. 1976	2	9
3	21. 4. 1976	6	20
4	29. 4. 1976	15	25

2. Climatology

Table 1:

Climatology

	J	F	M	A	M	J	Jlt	A	S	O	N
Pluviometry	15,8	37,3	27,0	18,4	11,5	1,1	61,7	5,6	47,7	34,0	54,1
Temperature maxi. mean	6,6	7,4	9,7	14,0	20,4	26,4	26,2	25,4	19,1	16,1	8,8
Temperature mini. mean	2,2	1,2	1,1	3,0	8,1	12,1	14,1	11,4	9,4	9,5	3,5
E. T. P. Penman	15,8	21,6	41,4	88,9	94,7	129,0	125,3	104,3	53,0	33,1	12,2

4. Data

They concerned the selectivity and the efficiency of the chemical:

selectivity: was noted de visu on a scale from 1 to 9 (1: sward having suffered no damage; 9: destroyed sward) at the end of the spring and during summer.

efficiency: Data performed according to the 3 following criteria.

- Number of seedheads per m², counted with the aid of a frame and reducing their number to a percentage related to the number of seedheads in the control plot.
- Height of seedheads on 20 plants.
- Height of leaves on 20 plants.

These data were performed on control plots and treated plots before the first mowing at the end of the summer.

Results and discussion

The data are summarized in the table below.

Table 3:

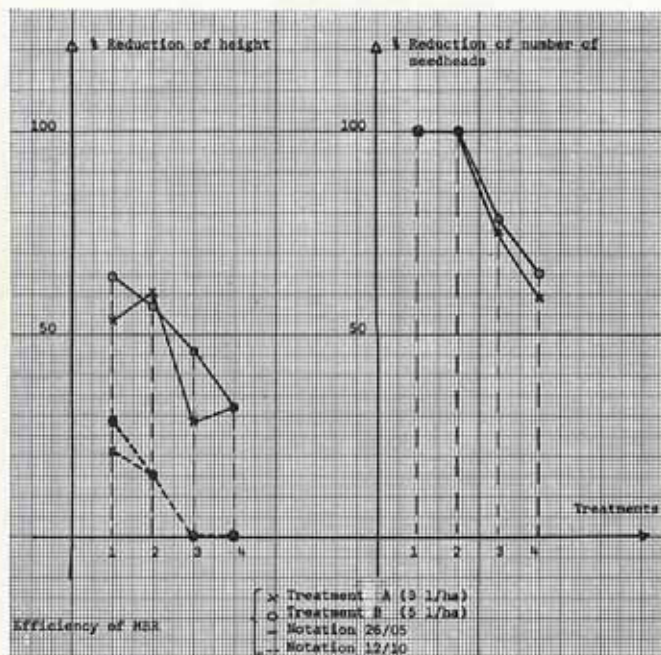
Results

Treatments	Efficiency on 26. 5.			Efficiency on 12. 10.			Phytotoxicity		
	Height of leaves (cm)	Height of seedheads (cm)	Number of seedheads/m ²	Height of leaves (cm)	Height of seedheads (cm)	Number of seedheads/m ²	15. 5.	24. 6.	12. 10.
A ₁	13	—	0	25	—	0	2	4	3
B ₁	10	—	0	23	—	0	3	6	3
Te	28	40	310	32	—	0	—	—	—
A ₂	11	—	0	28	—	0	2	5	1
B ₂	12	—	0	28	—	0	3	6	2
Te	28	40	280	33	—	0	—	—	—
A ₃	20	25	80	34	—	0	2	4	1
B ₃	15	24	70	35	—	0	2	4	1
Te	28	40	325	31	—	0	—	—	—
A ₄	17	28	125	32	—	0	2	4	1
B ₄	17	23	106	32	—	0	2	4	1
Te	25	40	305	30	—	0	—	—	—

As to the two criteria of efficiency: height of leaves and number of seedheads, their values were expressed, in percentage with the corresponding values of the control plots, in the following formula:

$$100 \left(\frac{te - x}{te} \right) \text{ where } \begin{matrix} te = \text{value of the control plot} \\ x = \text{value of the treatment} \end{matrix}$$

These results in the diagram below



Efficiency of MBR 12 325

1. Efficiency

Height of leaves and height of seedheads

The values figuring in the table 3 show that the efficiency of the treatments depends on the earliness of the date of application, nevertheless, it is remarkable that even the latest treatment had a notable influence on the growth of the leaves. However, it is worth noting that an increase of efficiency was seldom attained with the highest rate of application. On the contrary, when one considers the results concerning the height of the seedheads, the correlation between the precocity of treatment and efficiency becomes much more evident. These observations allow us to group, on one hand, the treatments 1 and 2 and on the other hand, the treatments 3 and 4. One must compare these results with those concerning the height of the apex when treating. The efficiency of the treatments decreases progressively with the intensification of shoot apex growth. The exceptionally dry summer tended to conceal the residual effect of the chemical. This fact was confirmed by the observations made on the control plots and on the control plots and on the treated areas. In the fall there were no significant differences between the plots in treatments 3, 4 and control plots, while a reduction of 15–30% in the height of the leaves showed still the efficiency of treatments 1 and 2.

Number of seedheads

There is an obvious correlation between the number of seedheads and the earliest date of treatment. The seedheads production may be overcome only with a treatment applied at the initial stage of shoot apex growth. The subsequent treatments present, however, an unquestionable practical interest, since they retard the evolution of the grass towards the reproductive phase.

2. Phytotoxicity

After an application of the growth retardant MBR 12 325, one noted always a slight effect of phytotoxicity. Nevertheless, the injury on early treated plots (formation of tufts, slight yellowing) was much more obvious with the

advent of the spring drought. This effect became more pronounced in the treatments with the highest rate. The confirmation of these symptoms during the unprecedented period of drought suggests that the degree of phytotoxicity might have been less severe with a minimum of rain. The density of the sward was correct in the autumn, nevertheless certain areas treated at the earliest date remained still slightly heterogeneous.

3. Determination of rates of application

Application at an optimum rate (5 l/ha) of the chemical increased neither the reduction of the length of the leaves nor the number of seedheads. Therefore it is best to employ MBR 12 325 at the rate of 3 l/ha.

Conclusion

The results of this essay as well as the results published elsewhere, show how important it is to follow closely the evolution of a sward before applying a growth-regulator. We noted, however that the period favourable for the application of MBR 12 325 was longer than that for other chemicals, and that a delay in the application did not annul the effect of the growth retardant. The fact that the receptivity of the grasses is prolonged allows us to consider the possibility of applying this treatment to a mixture of grasses of different precocity after a reexamination of the recommended rates.

Acknowledgements

The authors express their thanks to the C. F. P. I. (Comptoir Français des Produits Industriels) which supplied them with the chemical MBR 12 325 and especially to M. PECHEUR, (Responsible engineer of the phyto-sanitary experimentation in that firm).

Chemical used

- Code name: MBR 12 325
- Active ingredient: 480 g/l of the commercial product

Literature

- BEARD, J. B., 1973: Turfgrass science and culture – Prentice Hall, Inc., Anglewood Cliffs, N. J. 396–401.
- BILLOT, C., and A. HENTGEN, 1973: Effects of growth regulators on certain turfgrasses – Proc. of 2nd Int. Turfgrass Research Conference, 463–473.
- BOEKER, P., 1970: Growth Control – Proc. of first Int. Turfgrass Research Conference – Sports Turf Research Institute. Bingley / England, 481–494.
- HIELD, H., and HEMSTREETS, 1975: Chemical growth control of annual roadside grasses. In Abstracts of Papers to be presented at 170th National Meeting of the American chemical Society. PEST 43 (En) Dep. Pl. Sci., Univ. California, Riverside 92502, USA.
- WHITE, D. B., 1970: Chemical regulation of growth in turfgrass. Proc. of first Int. Turfgrass Research Conference, Sports Turf Research Institute. Bingley / England, 481–494.

Authors: D. CAIROL, Ingénieur d'Agronomie au Lycée agricole et horticole de SAINT-GERMAIN-en-LAYE – "Domaine de la Jonction" – Route des Princesses – 78100 – SAINT-GERMAIN-en-LAYE (France).

C. CHEVALLIER, Ingénieur à l'Institut National de la Recherche Agronomique – C. N. R. A. – S. E. I. Route de St-Cyr – 78000 – VERSAILLES (France).

D. MONNET, Ingénieur des Techniques Agricoles – Lycée agricole et horticole de SAINT-GERMAIN-en-LAYE – "Domaine de la Jonction" – Route des Princesses – 78100 – SAINT-GERMAIN-en-LAYE (France).

Wasserspannungskurven verschiedener im Landschaftsbau verwendeter Baustoffe

R. Horn, Berlin

Zusammenfassung

An 5 verschiedenen Tragschichtmaterialien wurden mittels Zentrifugalmethode Wasserspannungskurven der Einzelkörner bestimmt. Die hieraus ableitbaren Porengrößenverteilungen weisen allgemein auf eine hohe nutzbare Feldkapazität der Baustoffe hin; zwischen den verschiedenen Körnungen des gleichen Baustoffes bestehen aber insofern große Unterschiede, als die nFK von Liapor mit zunehmendem mittleren Korndurchmesser ansteigt, während sie von Leca abnimmt. Bims zeigt von allen untersuchten Stoffen die geringste nFK. Die Übertragbarkeit dieser Laborergebnisse auf Praxisverhältnisse wird diskutiert.

Summary

The moisture release curves of various particle size groups in five different rootzone materials were determined by centrifuging. In general the pore size distributions indicated a high available moisture capacity ("nFK") in these materials, but there were considerable differences between the different particle size groups within the same material. The "nFK" of Liapor increases when the average particle diameter increases, whereas that of Leca declines. Of all the materials tested, pumice had the lowest "nFK". The practical application of these laboratory findings is discussed.

Résumé

On a déterminé par la méthode de centrifugation les courbes de succion des particules élémentaires de 5 matériaux différents utilisés pour des couches portantes superficielles. Compte tenu de la distribution enregistrée de la taille des pores (porosité), les matériaux conviennent en général pour la construction de terrains. Cependant il existe de grandes différences parmi les fractions granulométriques d'un même matériau du fait que la capacité de rétention utilisable du Liapor augmente en fonction du diamètre moyen croissant des particules, alors qu'elle diminue pour le Leca. La ponce possède parmi tous les matériaux étudiés la capacité de rétention la plus basse. L'intérêt pratique de ces résultats de laboratoire est discuté.

Einführung

Für die Beurteilung von Wasserbewegungsvorgängen im Boden, der Wasserverfügbarkeit für die Pflanzen und anderen mit dem Wasserhaushalt zusammenhängenden Größen sagt die Gesamtwassermenge in einem Substrat oft nur wenig aus. Dies liegt daran, daß das gesamte im Boden vorhandene Wasser nicht frei beweglich und vollständig verfügbar ist, sondern in den Poren mehr oder weniger stark sorptiv gebunden wird. Vor diesem Hintergrund gibt die Kenntnis der Wasserspannung einen besseren Einblick. Denn mit Hilfe der Wasserspannungs- / Wassergehaltskurve ist die exakte Bestimmung des Wassergehaltes im Boden möglich, der mit einem bestimmten Wasserdruck im Gleichgewicht steht.

In neuerer Zeit werden in zunehmendem Maße im Sportstätten- sowie im Landschaftsbau Baustoffe wie Bims und Blähton eingesetzt (LIESECKE u. SCHMIDT 1975). Diese Materialien werden einerseits wegen ihrer guten Dränwirkung andererseits aber auch wegen der guten Wasserspeicherung für die Pflanzen verwendet. Während die Bestimmung der Wasserleitfähigkeit k_f (cm/sec.) als Index für die Verwendbarkeit des Materials als Filterstoff meßtechnisch problemlos ist, fehlen dagegen in der Literatur Angaben über ihre Porengrößenverteilungen.

In dieser Arbeit werden daher Wasserspannungskurven von 5 verschiedenen Stoffen beschrieben. Hierbei handelt es sich nur um die Porengrößenverteilung der einzelnen Partikel.

Material und Methoden

Folgende Stoffe wurden untersucht:

1. Liapor 1-4 mm
2. Liapor 4-8 mm
3. Leca 1-4 mm
4. Leca 4-16 mm
5. Bims 2-20 mm

Zu Beginn der Untersuchungen wurden die Stoffe 24 h unter Vakuum gesättigt, um somit den Anteil an eingeschlossener Luft zu verringern. Die pF-Kurven wurden nach der von RUSSEL und RICHARDS (1938) beschriebenen Zentrifugalmethode bestimmt. Hierbei errechnet sich die Wasserspannung gemäß der Gleichung

$$\psi = \frac{\omega^2}{2} (r_2^2 - r_1^2) \text{ (erg/g) } (1 \text{ erg/g} = 1.02 \cdot 10^{-3} \text{ cm WS})$$

Hierbei bedeuten ω die Winkelgeschwindigkeit, r_1 und r_2 der Abstand der freien Wasseroberfläche bzw. der mittlere Abstand des zu untersuchenden Materials von der Rotationsachse. Die zur Bestimmung der Lagerungsdichte δ_B (g/cm³) notwendige Volumenbestimmung erfolgte mittels Paraffinumantelung des gesamten Kornes (HARTGE 1965).

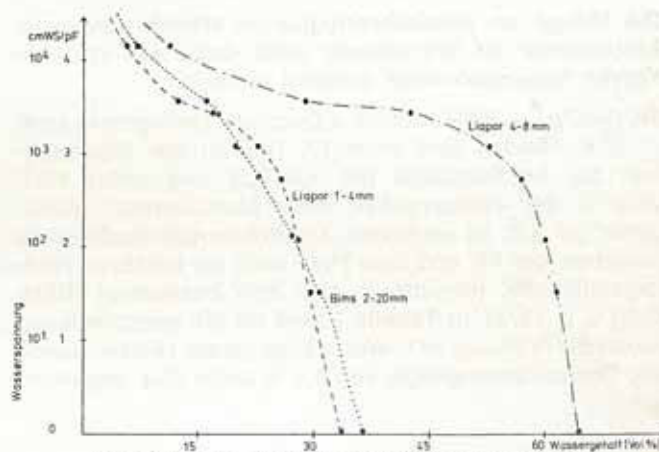


Abb 1: Beziehung zwischen Wasserspannung und Wassergehalt verschiedener Baustoffe

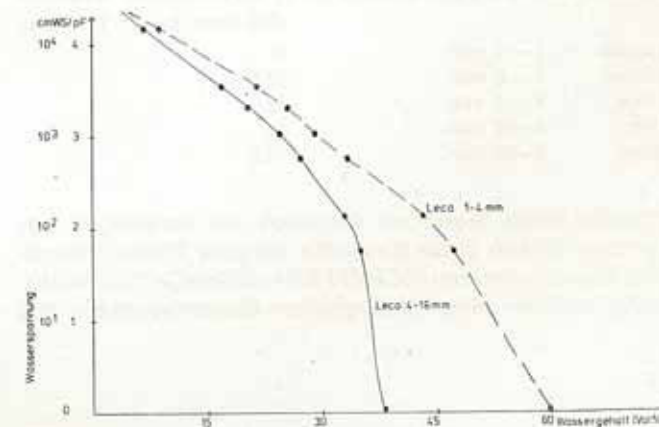


Abb 2: Beziehung zwischen Wasserspannung und Wassergehalt verschiedener Baustoffe

Ergebnisse und Diskussion

In den Abbildungen 1 und 2 sind die pF-Kurven der untersuchten Stoffe dargestellt. Die hieraus ablesbaren Unterschiede beziehen sich 1. auf das Gesamtporenvolumen und 2. auf die Porengrößenverteilung der verschiedenen Baustoffe.

Die Gesamtporenvolumina zeigen keine einheitliche Tendenz. Während das Gesamtporenvolumen bei den Blähtonen mit zunehmendem Korndurchmesser abnimmt, steigt es bei Liapor mit zunehmendem Korndurchmesser an. Bimskörner wiederum besitzen das gleiche Gesamtporenvolumen wie Liapor 1–4 mm und Leca 4–16 mm. Betrachtet man diese Unterschiede im Hinblick auf die verschiedenen Porengrößenbereiche (s. Tab. 1), so lassen sich diese für die beiden Blähtone Leca 1–4 mm bzw. 4–16 mm vorwiegend auf eine Zunahme des Grobporenanteils von Leca 1–4 mm zurückführen. Dagegen beruhen die Gesamtporenvolumenunterschiede zwischen Liapor 1–4 mm und 4–8 mm zu 90 % auf einer Zunahme des Mittelporenanteiles in dem größeren Liapor.

Bims 2–20 mm besitzt ein mittleres Porengrößenspektrum, was demjenigen von Liapor 1–4 mm sehr ähnlich sieht.

Tabelle 1:

Porengrößenverteilung der verschiedenen Baustoffe

		GPV (%)	GP (%)	MP (%)	FP (%)
Leca	1–4 mm	59,5	22,5	29	8
Leca	4–16 mm	38	9	23	6
Liapor	1–4 mm	34	8	20	6
Liapor	4–8 mm	63,5	6	47	10,5
Bims	2–20 mm	36	12	17	7

Die Menge an pflanzenverfügbarem Wasser (mm) der Einzelkörner im Wurzelraum kann dann aus den pF-Kurven folgendermaßen ermittelt werden:

$FK (\text{Vol.}\%) - PWP (\text{Vol.}\%) \times \text{Durchwurzelungstiefe (dm)}$
 $= nFK$. Hierbei sind unter FK (Vol.%) der Wassergehalt bei Feldkapazität (pF 1,8–2,5) und unter PWP (Vol.%) der Wassergehalt beim permanenten Welkepunkt (pF 4,2) zu verstehen. Die Wassergehaltsdifferenz zwischen der FK und dem PWP wird als nutzbare Feldkapazität nFK (mm/dm = l/m² dm) bezeichnet (RENGER u. a. 1974). In Tabelle 2 sind für die verschiedenen Stoffe die mittleren nFK-Werte angegeben. Hierbei wurde ein Grundwasserspiegel von 1,5 m unter Flur angenommen.

Tabelle 2:

Mittlere nutzbare Feldkapazität (nFK) verschiedener Baustoffe

		nFK (mm/dm = l/m ² dm)
Liapor	1–4 mm	21
Liapor	4–8 mm	48,5
Leca	1–4 mm	34
Leca	4–16 mm	26
Bims	2–20 mm	18,5

Obwohl diese Werte im Vergleich mit denjenigen natürlicher Böden diese Baustoffe als gute Pflanzenstandorte charakterisieren (SCHEFFER u. SCHACHTSCHABEL 1976), müssen unter ökologischen Gesichtspunkten aus

zwei Gründen mehr oder weniger große Abstriche gemacht werden. So entstehen erstens bei der Schüttung zwischen den einzelnen Körnern stoffspezifisch unterschiedlich große Poren. Zweitens zeigen darüber hinaus die Oberflächen von Liapor mikroskopisch eine geringere Porosität als sie im Innern der Körner vorhanden ist. Beides führt zur Ausbildung von Porendiskontinuitäten und damit verbunden zu Übergangswiderständen zwischen den Körnern und den groben Poren zwischen diesen (HILL u. PARLANGE 1972). Für den Vorgang der Entwässerung hat dies zur Folge, daß die groben Poren zwischen den Körnern bereits zu Beginn der Entwässerung entleert werden, während die Wassernachlieferung aus den Körnern nicht mit derselben Geschwindigkeit erfolgt. Bei der Wiederbefeuchtung der trockenen Körner wird das Wasser in den groben Poren sehr schnell nach unten verlagert, während die Wasseraufnahme der Körner langsamer erfolgt. Dies führt zu einer unvollständigen Sättigung und damit verbunden zu einer Verringerung der nutzbaren Feldkapazität.

Zur Ermittlung des pflanzenverfügbaren Wassers im Boden ist daher die Einführung von Korrekturfaktoren notwendig. Deren Höhe richtet sich dabei vorwiegend nach dem Gesamtaufbau des Bodens und der Durchwurzelungsintensität der einzelnen Schichten.

Danksagung

Herrn Ing. grad. R. Wemken danke ich für die exakte Durchführung der Untersuchungen.

Literatur

- HARTGE, K. H., 1965: Vergleich der Schrumplung ungestörter Böden und gekneteter Pasten. Wissenschaftl. Zeitschr. der Friedr. Schiller Univ. Jena **14**, 53–57.
- HILL, D. E. und F. PARLANGE, 1972: Wetting front stability in layered soils. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **36**, 697–702.
- LIESECKE, H. J. und U. SCHMIDT, 1975: Zur Bestimmung der Wasserbindung und Wasserdurchlässigkeit von Rasentragschichten. RASEN - TURF - GAZON **6**, 111–117.
- RENGER, M., O. STREBEL, und W. GIESEL, 1974: Beurteilung bodenkundlicher, kulturtechnischer und hydrologischer Fragen mit Hilfe von klimatischer Wasserbilanz und bodenphysikalischen Kennwerten. 1. Bericht. Zeitschr. Kulturtechnik und Flurbereinigung **15**, 148–160.
- RUSSELS, M. B. und L. A. RICHARDS, 1938: The determination of soil moisture energy relations by centrifugation. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **3**, 65–69.
- SCHEFFER, H. und P. SCHACHTSCHABEL, 1976: Lehrbuch der Bodenkunde, 9. Aufl. Stuttgart, 1976.

Verfasser: Dr. R. HORN, Institut für Ökologie, FG Bodenkunde der Technischen Universität Berlin, Engler Allee 19–21, 1000 Berlin 33

Schäden durch Haarmücken-Larven (Bibioniden) im Olympia-Gelände in München

J. Krüger, Freising-Weihenstephan
C. Mehnert, Freising-Weihenstephan
G. Rieder, München

Zusammenfassung

Es wird über einen starken Befall von Haarmücken-Larven (Bibioniden) auf Rasenflächen im Olympia-Gelände in München berichtet, was sich im Spätsommer 1975 in einer Fleckenbildung bemerkbar machte. Im Frühjahr 1976 wurde die Grasnarbe der Sportplätze von Vögeln auf der Nahrungssuche teilweise zerstört.

Auf diesen im Aufbau als Vorläufer der Norm zu betrachtenden Rasenflächen mit starker Filzbildung wurden Bibio-Larven mit einer mittleren Befallszahl von 1010 Larven/m² festgestellt. In kurzfristig angelegten Bekämpfungsversuchen kamen E 605 (Parathion) und Perlkalkstickstoff zur Anwendung. E 605 wurde 0,1 %ig mit einem Brüheaufwand von 450 l/ha gespritzt, während Perlkalkstickstoff in drei Düngungsstufen (10 g N/m²; 6 g N/m²; 4 + 4 g N/m² im Abstand von 7 Tagen) mit dem Düngestreuer ausgebracht wurde.

Zwei Wochen nach Bekämpfungsbeginn wurden durch manuelles Zerreißen von Soden der Größe 20 x 20 x 10 cm die Larven und Puppen ausgelesen. Waren bei der E 605-Parzelle noch 500 Exemplare/m² lebend vorzufinden, so waren es bei den Kalkstickstoff-Varianten nur noch 140, 100 bzw. 45 pro m². Die Wirkung von E 605 dürfte durch die während des Versuchszeitraumes herrschende kühle und trockene Witterung beeinflusst worden sein.

Der Schädling wird beschrieben, die Gründe für sein verstärktes Vorkommen werden diskutiert. Als mögliche Hauptursachen für das Massenaufreten werden genügend Feuchtigkeit im Substrat und die Filzbildung genannt.

Summary

There was a severe attack by bibionid larvae on the turf of the Olympic sports area in Munich in late summer 1975, making conspicuous patches. In the spring of 1976 birds destroyed part of the turf in their search for food.

This turf — notable as the prototype of a standard construction method, with a strong tendency to form thatch — contained, on average, 1010 *Bibio* larvae per square metre. As immediate control measures, E 605 (Parathion) and granular calcium cyanamide were applied. E 605 was sprayed on at 0.1 per cent concentration in 450 litres per hectare; the granular calcium cyanamide was applied by fertilizer spreader at three rates (10 g N/m²; 6 g N/m²; and 8 g N/m² in two equal doses 7 days apart).

Two weeks after the control campaign had started, pieces of turf 20 x 20 x 10 cm in size were pulled apart by hand to collect larvae and chrysalids. Of these, there were still 500/m² alive after application of E 605 but only 140, 100 and 45 respectively per square metre where the various nitrogen treatments had been made. The cold dry weather during the experimental period may have affected the efficiency of the E 605.

A description of the pest is given, and the reasons for the increase in numbers are discussed. The main reasons for this mass invasion seem to have been soil moisture and thatch.

Résumé

Les pelouses du stade olympique de Munich ont été envahies de façon importante par des larves de bibions (*Bibionidés*), ce qui se manifesta par la formation de taches à la fin de l'été 1975. Au printemps 1976 des oiseaux en quête de nourriture ravagèrent en partie les pelouses des terrains de sport.

On dénombra en moyenne 1.010 larves au m² sur ces pelouses plus riches en feutrage que la norme et considérées à l'installation comme précurseurs. Pour lutter rapidement contre ces parasites on appliqua du parathion (E 605) ou de la cyanamide calcique perlée. Le parathion fut pulvérisé dans une bouillie d'une concentration de 0,1 % à raison de 450 litres à l'hectare, tandis que la cyanamide fut appliquée à l'aide d'un distributeur d'engrais à trois doses différentes (10 g. de N/m², 6 g de N/m², 4 + 4 g. de N/m² à l'intervalle de sept jours).

Deux semaines après le début du traitement on compta les larves et les nymphes dans des plaques de gazon de 20 x 20 x 10 cm, dénichetées à la main. On trouva sur la parcelle traitée au parathion encore 500 exemplaires vivants au m², tandis que sur les parcelles traitées à la cyanamide on ne dénombra que respectivement 140, 100 et 45 exemplaires au m². Il est possible que l'effet du parathion ait été influencé par le temps frais et sec qui régnait pendant la période d'essai.

On fait une description du parasite et on discute les raisons de sa propagation. Parmi les facteurs les plus importants favorisant une telle invasion massive, on cite l'humidité du substrat et la présence d'un feutrage important.

Einführung

Im Spätsommer 1975 wurden auf Rasenflächen von zwei Sportplätzen der Zentralen Hochschulsportanlage im Münchner Olympia-Gelände sich gelb verfärbende Flecken mit einem Durchmesser bis zu 40 cm sichtbar. Der Pflanzenbestand zeigte bei Trockenheit Welkeerscheinungen und starb bei länger anhaltenden höheren Temperaturen rasch ab. Anzahl und Ausdehnung der Schadstellen nahmen im Laufe des Herbstes zu. Eine Feststellung der Ursache blieb zu diesem Zeitpunkt noch aus. Im Februar 1976 fiel auf, daß sich auf diesen Sportplätzen zahlreiche Vögel, vor allem Rabenkrähen und Möwen, niederließen und die Rasennarbe bei der Nahrungssuche aufwühlten. Ein ähnliches Schadbild wurde auch von DAHLSSON (1974) von einem Golfplatz in Landskrona/Schweden berichtet. Dort wurde als Ursache für das Verhalten der Vögel ein starker Besatz der Grasnarbe mit Larven von Bibioniden (Haarmücken) gefunden. Bei einer entsprechenden Untersuchung konnte auch in München im Boden eine größere Anzahl Larven von Haarmücken nachgewiesen werden. Ihre Be-

stimmung erfolgte in Anlehnung an BOLLOW (1954), KEILBACH (1966) und SORAUER (1953). Die befallenen Sportplätze besitzen im Prinzip einen Aufbau nach DIN 18 035 Bl. 4. Es ist nicht auszuschließen, daß die geschilderten Probleme auch auf anderen Grünanlagen mit ähnlichem Aufbau aufgetreten sind oder in Zukunft erwartet werden können. Daher soll nachstehend über den Befallsverlauf und Möglichkeiten zur Schadensbegrenzung berichtet werden.

Material und Methoden

Der einheitliche Aufbau der befallenen Sportplätze stellt sich wie folgt dar: 4 cm Deckschicht aus 60 % Natursand (0/5) und 40 % Schwarztorf; 8 cm Tragschicht aus 30 % Oberboden, 30 % Schwarztorf, 30 % Lavagrug (0/7); 8 cm Dränschicht I aus Schaumlava (0/15); 15 cm Dränschicht II aus Filterkies (0/30).

Die Spielfelder werden bei Bedarf mittels einer vollautomatisch arbeitenden Unterflurberegnungsanlage bewässert.

Bei der Anlage der Sportplätze im Jahre 1970/71 wurde eine Aussaatmischung mit der folgenden Zusammensetzung verwendet: 75 % *Poa pratensis* „Merion“, 10 % *Phleum bertolonii* „S50“ und 15 % *Cynosurus cristatus* „Credo“. Bei sehr



Abb. 1: Bibio-Larven in einem Sportrasen
(Aufn. K. G. MÜLLER-BECK)



Abb. 2: Schadbild von starkem Haarmückenbefall
(Aufn. C. MEHNERT)

geringer Belastung durch Sportler entwickelte sich der Rasen zu einem von *Phleum bertolonii* beherrschten Bestand. Während *Cynosurus cristatus* nur noch in Spuren vorzufinden ist, konnte sich *Poa pratensis* mit einem Deckungsanteil von 5–10% behaupten. Da die Sportplätze etwa 3 Jahre lang nicht aerifiziert und vertikutiert wurden, in ihnen aber auch keine Regenwurmtätigkeit feststellbar ist, bildete sich ein Rasenfilz in einer Stärke von 2–3 cm aus. Diese Filzschicht wird von *Phleum bertolonii* schlecht vertragen, bei dem als Folge die als Reservestoffspeicher dienenden „Zwiebelchen“ weitgehend abgestorben und funktionsunfähig geworden sind. Viele der *Phleum*-Pflanzen sind nur noch über einen dünnen Kranz feiner Wurzeln an der Filzoberfläche verankert. *Poa pratensis* und *Cynosurus cristatus* zeigen sich eher als filztolerant und sind bedeutend stärker verwurzelt. In den abgestorbenen Rasenstücken regenerierte sich bei hoher Düngung *Poa pratensis* wieder schnell. Ein stärkeres Eindringen von *Poa annua* und *Poa trivialis* ist jedoch unverkennbar.

Als Bekämpfungsmittel wurde auf einer Hälfte des Sportplatzes E 605 (Parathion) 0,1%ig bei einem Brühaufruf von 450 l/ha gespritzt, auf der anderen Hälfte wurde Perlkalkstickstoff (PKa) mit dem Düngerstreuer ausgebracht. Die Kalkstickstoff-Parzelle wurde nochmals unterteilt, wobei ein Drittel der Fläche 100 kg N/ha in einer Gabe, ein Drittel 60 kg N/ha ebenfalls in einer Gabe und ein Drittel zweimal je 40 kg N/ha im Abstand von 7 Tagen erhielten. Um zu verhindern, daß alleine wegen der Versuchsanstellung unter Umständen ein Teil des Rasens völlig vernichtet wurde, wurde auf eine Nullparzelle verzichtet. Die Spritzung sowie die erste Kalkstickstoffgabe erfolgten am 1. 4. 1976, die zweite Kalkstickstoffgabe auf der 2x40 kg N/ha-Variante am 7. 4. 1976. Die Probenahme zur Bestimmung des Bekämpfungserfolges wurde auf allen Varianten am 13. 4. 1976 vorgenommen.

Das Wetter in der Zeit vom ersten Bekämpfungstermin bis zur Auswertung war meist kühl und trocken.

Um das Ausmaß des Befalls mit Haarmücken-Larven festzustellen, wurden von einem der beiden am stärksten befallenen Sportplätze (Größe 108 x 72 m) Soden mit dem Spaten entnommen, und zwar an 4 Stellen jeweils 5 Proben im Abstand von 1 m. Die Sodengröße betrug stets 20 x 20 x 10 cm. In den Behandlungsvarianten wurden von der E 605 Parzelle 10, aus den drei Kalkstickstoffvarianten je 5 Rasenstücke herausgestochen. Zum Auszählen selbst wurden die Soden manuell in kleine Teile zerrissen und mit einer Pinzette die Larven oder Puppen herausgesucht.

Ergebnisse mit Diskussion

1. Beschreibung der Bibioniden

Die Bibioniden (Haarmücken) werden der Klasse Insecta (Insekten), der Ordnung Diptera (Zweiflügler) und der Unterordnung Nematocera (Mücken) zugeordnet. Sie schädigen viele landwirtschaftliche und gärtnerische Kulturen, die zu den unterschiedlichsten Pflanzenfamilien gehören, durch die Fraßtätigkeit der Larven. Da die Nahrung der in der oberen Bodenschicht (bis 10 cm

Tiefe) lebenden Larven im allgemeinen aus faulenden Pflanzenteilen besteht, sind die Tiere auf humusreichen Böden zu finden. Bei einem Massenaufreten kann es jedoch zu einem Angriff auf die lebenden Pflanzen kommen. Bei Gräsern werden entweder die Wurzeln oder Pflanzen am Wurzelhals durch Fraß geschädigt.

Die gesellig lebenden Larven der Bibioniden sind je nach Art bis zu 15 mm lang, im ersten Larvenstadium farblos und in den anderen drei Stadien erdbraun und lederartig mit einer dunklen, glänzenden, chitinisierten Kopfkapsel. Auf den einzelnen Körpersegmenten befinden sich reihig angeordnete, dornenartige, fleischige Fortsätze. Die ersten beiden im Herbst vorzufindenden Larvenstadien verursachen oft noch keinen sichtbaren Schaden, während im Frühjahr vor allem durch das 4. Larvenstadium große Ausfälle entstehen können. Ab April beginnen sich die Larven im Erdboden in kleinen Höhlungen zu verpuppen. Die Puppe ist eine sogenannte freie Puppe oder Pupa libera. Die Puppenruhe dauert ca. 3 Wochen, so daß ab Mai Imagos anzutreffen sind. Die Mücken haben eine Größe bis 12 mm, sind meist schwarz, kräftig gebaut und fallen durch ihre langen, im Flug herabhängenden Beine auf. Die Männchen besitzen große, vorgewölbte, fast den ganzen Kopf einnehmende Augen. Die Mücken haben nur eine sehr kurze Lebensdauer, die selten mehr als 10 Tage beträgt. Die Eiablage erfolgt in Form von Häufchen in humosen oder mit Mist gedüngten Böden, wobei ein Weibchen insgesamt etwa 80–150 Eier ablegt.

2. Befallsstärke und Bekämpfungserfolg
Die am 19. 3. 1976 entnommenen Rasenproben zeigten, wie Tab. 1 verdeutlicht, gefährlich hohe Befallswerte.

Tabelle 1:

Besatz von geschädigten Rasenproben mit Haarmücken-Larven (März 1976 / Mittelwert aus je 5 Proben pro Entnahmestelle)

Probestelle	Larven/m ²
1	575
2	1045
3	1230
4	1190
ϕ	1010

Bei einem durchschnittlichen Besatz mit 1010 Larven/m² Rasenfläche war die Schadensschwelle weit überschritten, so daß nachhaltige Schädigungen der Sportanlage zu erwarten waren. BUHL und SCHÖTTE (1971) geben als entsprechende Richtzahl 130 Larven/m² an. Es wurde daher als notwendig erachtet, eine Bekämpfung durchzuführen, obwohl es hierfür schon reichlich spät

war. In der Literatur ist mehrfach auf eine positive Wirkung des Kalkstickstoffs bei der Bibio-Bekämpfung hingewiesen worden (BOLLOW 1954; MÜLLER 1953; SORAUER 1953). Es kann angenommen werden, daß das während der Umsetzung von Kalkstickstoff entstehende Zyanamid die Haarmücken-Larven abtötet. In Tab. 2 sind die Auszählungsergebnisse des Haarmückenbesatzes nach erfolgter Bekämpfung zusammengefaßt.

Tabelle 2:
Mittlere Anzahl der Bibio-Larven und -Puppen nach einer Behandlung mit Kalkstickstoff (PKa) und E 605

Behandlung	Larven/m ²	Puppen/m ²	gesamt
E 605	333	167	500
PKa 40 + 40 kg N/ha	10	35	45
PKa 60 kg N/ha	45	55	100
PKa 100 kg N/ha	35	105	140

Es zeigt sich, daß die Behandlung mit Kalkstickstoff (PKa) die Zahl der Bibio-Larven bzw. Puppen stark reduziert hat, während in der E 605-Parzelle die Zahl zwar verringert wurde, aber noch weit über der Richtzahl lag. Die zweimalige Kalkstickstoff-Gabe brachte gegenüber beiden einmaligen, höheren Gaben etwas bessere Ergebnisse. Der Rasen wurde in keinem Falle durch die Kalkstickstoff-Behandlung geschädigt.

3. Diskussion

Die Voraussetzungen für ein Massenaufreten und das Überleben der Haarmücken waren auf den befallenen Flächen recht günstig. Da der Rasen bei Trockenheit regelmäßig beregnet wird, war für genügend Feuchtigkeit im Boden gesorgt und damit eine Bedingung für die Lebensmöglichkeit von Bibio gegeben. Die andere, wichtige Voraussetzung, humoser Boden, wurde durch die Filzschicht gewährleistet. Nach dem Absterben der „Zwiebelchen“ von *Phleum bertolonii* und der Ausbildung nur weniger Wurzeln war diese Pflanze, die zur Zeit den Hauptbestandteil des Rasens bildet, durch Haarmücken-Larven besonders gefährdet, während die anderen Grasarten mit mehr Wurzeln besser überleben konnten. Auch das Aufwühlen des Rasens durch die Vögel bei der Suche nach den Larven war zum größten Teil auf die schlechte Verankerung der *Phleum bertolonii*-Pflanzen in der Filzschicht zurückzuführen.

Die nicht ausreichende Wirkung von E 605 bei der Bekämpfung kann ihre Ursache in den ungünstigen Witterungsbedingungen in der Zeit der Anwendung bis zur Auswertung haben. Da ein kühles, trockenes Wetter vorherrschte, kann man annehmen, daß die Larven nicht an die Erdoberfläche kamen und sich so der Wirkung des E 605 entzogen. Die Wirkung von Kalkstickstoff war dagegen gut, vor allem, wenn die Gesamtmenge nicht auf einmal, sondern in 2 Gaben gestreut wurde. Der Bekämpfungstermin lag mit Anfang April recht ungünstig, weil sich die Larven bereits im vierten Stadium befanden und sich vereinzelt schon zu verpuppen begannen und damit verhältnismäßig unempfindlich waren. Es werden daher weitere Versuche mit einer Herbstbekämpfung auf dem Olympia-Gelände durchgeführt.

Die durch den Einsatz von Kalkstickstoff erzielte Befallsminde rung kann aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Schädigung der Grasnarbe schon weitgehend vollzogen war. Die Hauptursache für das schädliche Auftreten von Haarmücken auf dem Olympia-Gelände ist in der übermäßigen Filzbildung zu suchen. Es muß daher versucht werden, über entsprechende Pflege- und Belastungsmaßnahmen die Filzbildung zu verhindern und eine strapazierfähige Rasendecke herzustellen.

Literatur

- BOLLOW, H., 1954: Die landwirtschaftlich wichtigen Haarmücken. Z. Pflanzenbau und Pflanzenschutz 5, 197-232.
 BUHL, C. u. F. SCHÜTTE, 1971: Prognose wichtiger Pflanzenschädlinge in der Landwirtschaft. Verl. Paul Parey, Berlin u. Hamburg, 364 S.
 DAHLSSON, S.-O., 1974: (Turf damaged by bionid flies and birds). Weibulls Gräs-tips, Dec. 1973, 25-27. (schwedisch).
 KEILBACH, R., 1966: Die tierischen Schädlinge Mitteleuropas. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 784 S.
 MÜLLER, K. R., 1953: Zur Biologie und Bekämpfung der Gartenhaarmücke (*Bibio hortulanus* L.). Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd. (Berlin) 7, 41-48.
 SORAUER, P., 1953: Handbuch der Pflanzenkrankheiten V. Band, 2. Teil, 1. Lieferung. Verl. Paul Parey, Berlin u. Hamburg, 311 S.

Verfasser: Dr. J. KRÜGER, Lehrstuhl für Phytopathologie der TU München, 8050 Freising-Weihenstephan; Dipl.-Ing. agr. C. MEHNERT, Lehrstuhl für Grünlandlehre der TU München, 8050 Freising-Weihenstephan; Dr. G. RIEDER, Süddeutsche Kalkstickstoff-Werke AG., Landw. Abteilung, München, Römerstraße 6, 8000 München 40.

Summer behaviour of turfgrass species and cultivars in France

B. Bourgoïn and P. Mansat
Lusignan

Summary

The summer performance of numerous cultivars of cool-season grass species was studied at Lusignan during three summers of severe stress, each different: - drought (1974), heat (1975), drought and heat (1976). While *F. rubra litoralis* and *F. ovina duriuscula* have the most satisfactory appearance in a period of drought, provided it does not last too long, *F. arundinacea* is by far the best in extreme heat. *L. perenne* shows an outstanding ability to green up again when water is available once more. From assessments in 1976 throughout France on trials laid down in 1974 it is

Zusammenfassung

In Lusignan wurde eine große Zahl von Zuchtgräsern für kühlere Temperaturen auf ihr Verhalten im Sommer unter sehr unterschiedlichen und extremen klimatischen Bedingungen untersucht: Trockenheit (1974), Hitze (1975), Trockenheit und Hitze (1976). *F. rubra litoralis* und *F. ovina duriuscula* wiesen während der Trockenheit, sofern sie nicht allzulange dauert, das befriedigendste Erscheinungsbild auf. Bei *L. perenne* setzte unmittelbar nach Behebung des Wassermangels die Grünfärbung ein. 1974 wurden in ganz Frankreich Versuche angelegt. Die Auswertung der Ergebnisse im Jahre 1976 ergab, daß nicht unerhebliche Zusammenhänge zwischen Sorte und Standort und beträchtliche Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten bestehen. Danach wurden die Sorten im Hinblick auf ihr

Résumé

Le comportement estival d'une grande quantité de cultivars des espèces de graminées de saison froide a été suivi à Lusignan dans des conditions climatiques sévères, bien que différentes: sécheresse (1974), chaleur (1975), sécheresse et chaleur (1976). Alors que *F. rubra litoralis* et *F. ovina duriuscula* fournissent les meilleurs aspects en période sèche, si celle-ci ne se prolonge pas trop, *F. arundinacea* est de loin la meilleure lorsque la chaleur agit. *L. perenne* se distingue par son excellente aptitude à reverdir lorsque l'eau ne fait plus défaut. Des observations réalisées en 1976 réparties sur le territoire français dans des essais installés en 1974 permettent, malgré des interactions espèces-

possible, in spite of significant species x site interactions and clear differences between cultivars, to rank the species for mean summer performance: - F. arundinacea > F. ovina duriuscula - P. pratensis - L. perenne > A. tenuis - P. bertolonii - A. stolonifera - F. rubra > A. canina - F. ovina tenuifolia. There are differences between cultivars, and age of plants affects the absolute values. Among the warm-season species in the trials, only C. dactylon is of interest.

Verhalten im Sommer wie folgt eingestuft (Durchschnittswert): F. arundinacea > F. ovina duriuscula - P. pratensis - L. perenne > A. tenuis - Ph. bertolonii - A. stolonifera - F. rubra > A. canina - F. ovina tenuifolia. Es bestehen Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten. Beim reinen Wert spielt das Alter der Pflanzen eine Rolle. Von den hier untersuchten Sorten für die warme Jahreszeit ist lediglich C. dactylon von Interesse.

lieux non négligeables et des différences nettes entre cultivars, de classer les espèces en fonction de leur valeur moyenne en été: F. arundinacea > F. ovina duriuscula - P. pratensis - L. perenne > A. tenuis - Ph. bertolonii - A. stolonifera - F. rubra > A. canina - F. ovina tenuifolia. Des différences existent entre cultivars. L'âge des plantes intervient en absolu. Parmi les espèces de saisons chaudes qui furent essayées, seule C. dactylon présente un intérêt.

The behaviour under very dry weather and under hot conditions of the various turfgrass species has been particularly studied in the U.S.A. thanks to the great variety of climates. Several authors, BEARD (1969), GILBERT (1969), HOLT (1969), JUSKA et al. (1969), KEEN (1970), MADISON (1970), TAYLOR et al. (1973), WATSCHKE et al. (1970) classify the main species according to the principal climatic zones.

- under hot and wet conditions: Cynodon, Stenotaphrum, Zoysia,
- in dry and hot environment: Bouteloua, Cynodon, Zoysia,
- in cool and wet areas and in very dry and cool areas: Agrostis sp., Festuca arundinacea, F. rubra, Lolium perenne, Poa pratensis.

WARD (1969) classifies the species in terms of their adaptation to drought: Cynodon - Zoysia > F. arundinacea - F. rubra > A. tenuis - L. perenne - P. pratensis - Stenotaphrum > A. stolonifera; and in terms of their resistance to hot weather: Zoysia - Cynodon - Stenotaphrum > F. arundinacea > P. pratensis - F. rubra > L. perenne > Agrostis sp.

KHALIGHY (1976) reports on the outstanding resistance of Cynodon dactylon and Poa pratensis to drought and heat while Agrostis sp., F. rubra and Lolium sp. are terribly affected. BOURGOIN et al (1973) and BOURGOIN (1974) had already published results on the summer season behaviour of turfgrasses in temperate climate. In France indeed, we are much concerned in the study of the summer behaviour of turfgrass, for the following reasons:

- mediterranean climate in the south of France,
- rather high frequency of hot and dry summers south of the Loire,
- the rising problem of water savings.

Materials and Methods

The results presented in this paper provide both from:

- trials laid down each year since 1970 at Lusignan on a clay silt soil,
- trials laid down in 1974 in various places: Alenya (66) near Perpignan, on silt sandy soil, Gotheron (26) near Valence on a fine sandy soil, Lusignan (86) near Poitiers, St Laurent de la Prée (17) near La Rochelle on a limestone clay soil, and Wagnonville (59) near Douai on loam silt soil.

In the first case there are about 600 cultivars and ecotypes representing the turf-grass cool-season species plus several varieties of Cynodon dactylon. As the trials were not irrigated it has been possible to assess, under sometimes difficult conditions (table 1), the summer behaviour: drought (1974), heat (1975), drought and heat (1976).

The plant support laid down in 1974 in the above trial network is more restricted. In addition to the species listed in table 5, the following warm season species were laid down at Alenya (under irrigation) and at St Laurent de la Prée (without irrigation): Agropyron sp., Andropogon sp., Bouteloua curtipendula, Buchloe dactyloides, Paspalum notatum and Phalaris sp.. Cynodon dactylon was laid down only at Alenya. Although the cultivars are not similar in each site, the climatic conditions of the summer 1976 (table 1) were so affecting that we ana-

Table 1
Climatic data for the May-September period in 1974 and 1975 at Lusignan and in 1976 in the I.N.R.A. trial places.

		RAINFALL		P. E. T. PERIODS		WATER DEFICIT		MAXI TEMPERATURE (mean)					
		mm	mm	days	days	mm	mm	14	15	16	17		
ALENYA	May	33,5						21°3					
	June	7,5						27°3					
	July	22,1						28°8					
	August	17,3						26°4					
	Sept.												
DOUAI	May	20,1		108		- 8,8		19°8					
	June	13,3		143		- 120		25°0					
	July	50,4		141		- 91		25°9					
	August	8,4		135		- 117		25°2					
	Sept.	84,3		53		+ 32		18°7					
GOTHERON	May	13,0		145		- 132		22°1					
	June	5,5		200		- 195		28°5					
	July	59,7		128		- 119		27°9					
	August	116,8		123		- 16		25°2					
	Sept.	237,4		87		+ 150		20°0					
LUSIGNAN													
	May	66,2	75,5	21,9	82	81	118	- 17	- 9	- 91	17°8	16°6	20°5
	June	26,6	10,0	1,8	131	129	161	-106	-118	-182	22°6	22°1	28°6
	July	15,7	29,1	62,3	155	174	150	-139	-145	- 88	25°1	25°6	26°8
	August	53,6	67,1	32,3	201	171	137	-147	-144	-109	26°*	26°8	27°1
Sept.	92,7	132,9	120,4	81	76	61	+ 12	+ 58	+ 60	18°7	20°6	19°9	
ST LAURENT DE LA PRÉE	May	4,5		122		- 115		19°8					
	June	2,0		176		- 173		26°6					
	July	24,1		156		- 138		25°7					
	August	25,7		135		- 110		26°7					
	Sept.	124,7		70		+ 55		20°7					

lyse the data to get a better knowledge on the value of the various species. Some sites were under irrigation: Alenya (500 mm), Gotheron (40 mm a week on one of the plots), Wagnonville (48 mm in June and July). Heavy rains since August at Gotheron and in September in the other places induced a regrowth of the plants. The cutting height ranged from 2 cm to 4 cm according to the places. The warm season appearance estimated by the percentage of leaf discoloration was assessed several times from May to September ranging from 5 to 1 in the following scale: 5 : 0 to 10 % leaf discoloration; 4 : 10 to 30 %; 3 : 30 to 50 %; 2 : 5 to 75 %; 1 : 75 to 100 %.

Results

1. Behaviour at Lusignan over three different summers
As for the trials carried out at Lusignan only the results concerning the seven main species, are provided: Agrostis tenuis, Festuca arundinacea, Festuca ovina duriuscula, Festuca rubra (F. nigrescens or commutata, F. rubra litoralis, F. rubra rubra), Lolium perenne, Phleum bertolonii and Poa pratensis.

Table 2 shows the mean scores obtained by each species on the trials as a whole, at various dates in 1974, 1975 and 1976.

a) Differences between species

1974: during the drought of 1974, from June to the end of August the evolution towards a parched and dry appearance was observed for all the species, but this phenomenon varies between more or less extreme values, according to the species. The differences between species are high on the 25/6 when F. rubra litoralis is definitely the best before F. ovina duriuscula, while Ph. bertolonii has already got a "mat" appearance; they are smaller on the 16/7, although the sequences didn't change between those 2 dates, and they get very small on the 28/8 when only F. ovina duriuscula

Table 2 Value of the main species at different dates in 1974, 1976 in trials sown between 1970 and 1975 at Lusignan.

SPECIES	Year		1974					1975	1976								
	Date		25/6	16/7	x	28/8	3/9	12/9	18/8	11/6	27/6	7/7	15/7	22/7	24/8	15/9	6/10
<i>Agrostis tenuis</i>			2,3 ⁽⁴⁾	1,5	(4)	1,1	1,4	4	2,0 ⁽⁴⁾	1,9 ⁽³⁾	(3)	1,0	2,3	3,0	1,2	2,1	3,8
<i>Festuca arundinacea</i>			2,4 ⁽⁴⁾	2,7	(2)	1,8	2,5	4,5	2,8 ⁽⁴⁾	2,9 ⁽⁴⁾	(1)	1,8	2,8	3,2	1,9	4,0	5,0
<i>Festuca duriuscula</i>			3,6 ⁽⁴⁾	3,1	(1)	2,2	2,8	3,8	2,8 ⁽¹⁾	2,2 ⁽¹⁾	(2)	1,2	1,6	1,6	1,2	1,6	2,3
<i>Festuca nigrescens</i>			2,3 ⁽⁴⁾	2,3	(4)	1,1	1,7	4,1	1,8 ⁽⁴⁾	2,0 ⁽⁴⁾	(3)	1,0	1,6	2,0	1,2	1,8	3,5
<i>Festuca rubra litoralis</i> (<i>Festuca rubra commutata</i>)			2,9 ⁽⁴⁾	3,6	(4)	1,5	1,9	3,7	2,4 ⁽⁴⁾	2,3 ⁽⁴⁾	(2)	1,0	1,4	1,5	1,2	1,7	2,8
<i>Festuca rubra rubra</i>			4,1 ⁽⁴⁾	2,7	(3)	1,7	2,2	4,0	2,0 ⁽⁴⁾	2,1 ⁽⁴⁾	(3)	1,1	1,7	2,5	1,7	2,9	4,8
<i>Lolium perenne</i>			3,0 ⁽¹⁾	3,0	(4)	1,2	3,2	4,7	1,7 ⁽¹⁾	2,2 ⁽⁴⁾	(2)	1,0	2,4	2,9	1,4	3,4	5,0
<i>Phleum bertolonii</i>			1,3 ⁽⁴⁾	1,4	(4)	1,1	1,4	4,0	2,2 ⁽⁴⁾	1,4 ⁽⁴⁾	(3)	1,1	1,4	1,8	1,6	3,9	4,8
<i>Poa pratensis</i>			2,4 ⁽⁴⁾	2,3	(4)	1,3	1,9	2,8	2,4 ⁽⁴⁾	1,7 ⁽⁴⁾	(3)	1,1	2,0	2,4	1,7	2,5	4,4

At this date there is only the rank of the species (○) Number of cultivars under observation

proves to be interesting preceding *F. arundinacea* and *F. rubra rubra*. The sequence at this time of year is different from those of the 25/6 or 16/7. Some species as *F. rubra litoralis* and *L. perenne* have got worse than others while they were superior to them at the beginning of the summer.

The 3/9 and 12/9 scores compared to those of the 8/8 and between them, show the liability of the species or a regrowth after heavy rains. As a matter of fact, the rainfall of the three last days of August reached 11,7 mm.

The following sequence is thus obtained: *L. perenne* > *F. nigrescens* - *A. tenuis* - *Ph. bertolonii* > *F. arundinacea* > *F. rubra rubra* > *F. rubra litoralis* > *F. ovina duriuscula* - *P. pratensis*.

L. perenne proves to be the best species for the rapidity of regrowth. The others are similar to one another.

1975: As the 1975 summer was hot but rather wet, the differences of behaviour became obvious only in August. The yellowing of the leaves was less important than in 1974 and there were less obvious differences between the species. *F. arundinacea*, *F. ovina duriuscula* were definitely the most interesting ones before *F. rubra litoralis* and *P. pratensis*. On the other hand, *L. perenne* is the most affected together with *F. nigrescens*. The September rains originated a satisfactory regrowth.

1976: In 1976 with a very dry period since May and high temperatures on the one hand, and rainfall in July on the other hand, very interesting results were recorded. On the 11/6 there were slight differences between the species: *F. arundinacea* being better than *F. rubra litoralis* and *L. perenne* while *Ph. bertolonii* had a burnt surface. On the 26/6 *F. arundinacea* and *F. rubra litoralis* had the least poor appearance. On the 7/7 they were all very short except *F. arundinacea*. During the second week the rains induced a regrowth as shown by the 15/7 and 22/7 assessments. This greening-up varied according to the species arranged in the following sequence. *A. tenuis* - *L. perenne* > *F. arundinacea* - *F. rubra rubra* - *P. pratensis* > *F. nigrescens* > *Ph. bertolonii* > *F. rubra litoralis* > *F. ovina duriuscula*. As the end of July and August was dry and hot a general discoloration was observed, *F. arundinacea*, *F. rubra rubra* and *P. pratensis* being the least affected species. The 15/9 and 6/10 assessments provide informations on the definitive plant regrowth at the end of the summer.

Once again, there were differences in the liability of the species. They can be arranged in the following sequence: *Ph. bertolonii* - *L. perenne* - *F. arundinacea* > *F. rubra rubra* > *P. pratensis* - *A. tenuis* > *F. nigrescens* > *F. rubra litoralis* - *F. ovina duriuscula*.

Assessments made in 1974, 1975, 1976, on the warm season behaviour as for the ability to greening-up under favorable conditions allow the following sequence for each year (mean value for the whole summer):

1974: *F. ovina duriuscula* > *Lolium perenne* - *F. rubra litoralis* > *F. arundinacea* - *F. rubra rubra* > *F. nigrescens* > *P. pratensis* - *A. tenuis* > *Ph. bertolonii*.

1975: *F. arundinacea* - *F. ovina duriuscula* > *F. rubra litoralis* - *P. pratensis* - *Ph. bertolonii* - *F. rubra rubra* - *A. tenuis* - *F. nigrescens* - *L. perenne*.

1976: *F. arundinacea* > *L. perenne* - *F. rubra rubra* > *Ph. bertolonii* - *P. pratensis* > *A. tenuis* > *F. nigrescens* > *F. rubra litoralis* - *F. ovina duriuscula*.

Those three sequences are definitely different from each other, though *A. tenuis* and *Ph. bertolonii* have always second rate behaviour. It seems difficult to set up a valuable sequence in terms of time because each species is not both resistant to drought and to heat and the behaviour of the species may vary in relation with their duration and intensity. Thus, for instance, *F. rubra litoralis* and *F. ovina duriuscula* assume a better resistance (better than *L. perenne*) to drought and heat if they are neither too long or too intense; but if those conditions last longer, they worsen and green up very slowly and even partly die (while *L. perenne* assumes a rapid regrowth).

b) Differences between cultivars

The study of variation between cultivars of the same species shows that for each assessment date there are great differences between them when the effects of drought and heat are sensible enough. Some instances for 1976 are given in table 3.

This is of great interest for two reasons:

- there are possibilities of improvement by breeding,
- there are so many cultivars that the production of mixtures best adapted to the consumers need is now possible.

c) Effect of sward age

The existence of trial plots of various ages made it possible to note the slight variations between year of establishment for a given species except for *A. tenuis*. Yet, data obtained on new trials are getting superior to the others with *A. tenuis*, *F. rubra*, *Ph. bertolonii*, *P.*

pratensis. This may be due to a still slightly developed thatch. See table 4.

2. Behaviour in various trial places during the same year

The 1976 data derived from trials laid down in 1974 in various sites, are given in table 5. Considering the 2 methods (irrigation – without irrigation) applied it is necessary to separate them.

Under irrigation, at Alenya and Gotheron the species assume a satisfactory behaviour. There are nevertheless

Table 3
Evolution of behaviour of some turfgrass species cultivars in the summer 1976. Trial laid down in 1974 at Lusignan.

Species	Cultivars	11/6	3/7	15/7	22/7	24/8	15/9	6/10
<i>Festuca arundinacea</i>	KENNEL	4,5	3	4	4	2	5	3
	LINORHE	1,5	1	1	1	1	4	5
	LUDION	2	1,25	2,5	3	1,5	5	5
	RYN II	2,5	1,5	2	2	2	4	5
<i>Festuca ovina duriuscula</i>	BELJART	2	1,25	1,5	1,5	1,25	1,25	1,5
<i>Festuca rubra</i>	DARSON	2	1	1	2,25	1	1,25	1,25
	GOLPHOOD	3	1	1,5	1	1,1	1,25	1,25
	ECHO	2	1,25	2	2	2	4	3
	GRACIA	2	1,25	2	2	1,25	1,5	5
	HALLEPAK	2	1	1,5	1,5	1	1,25	3
REGHLIGHT	1,5	1	1,5	2	1	1,25	2	
<i>Lolium perenne</i>	FERRIFINE	2	1	3	5	1,5	4,5	5
	PERNA	3	1	3	4	1	3	5
	VIOR	3	1	3	4	1,25	4	5
	VIVA	1,5	1	1,5	1,5	1,25	3	5
<i>Poa pratensis</i>	FYLKING	2	1	2	3	1,25	2	4
	MONOPOLY	2,5	1,5	3	4	2	4	4
	PRATO	2	1,5	2,5	2,5	1,5	3	4

less sensible differences between them. For both sites the following sequence is established in relation with the effect of hot weather when water is not restrictive: *L. perenne* > *P. pratensis* – *F. arundinacea* – *F. ovina duriuscula* – *F. rubra* – *F. ovina tenuifolia* – *Ph. bertolonii* > *A. tenuis* > *A. canina*. Nevertheless, there are interactions species sites. While *F. arundinacea* and *L. perenne* prove to be the best at Alenya, *F. ovina duriuscula* is most successful at Gotheron where *F. rubra* is between *L. perenne* and *F. arundinacea*.

Under dry conditions and everywhere else, the behaviour of the species is worse. Sensible differences ap-

Table 4
Summer behaviour at Lusignan in 1974 and 1976 in relation with the year of sowing (age of the sward).

Year of sowing	1970		1971		1972		1973		1974		1975	
	1974	1976	1974	1976	1974	1976	1974	1976	1974	1976	1974	1976
<i>A. tenuis</i>	2,2	2,9	1,9	2,3	2,8	3,7	2,2	1,9	2,1	2,3		
<i>F. arundinacea</i>	2,9	3,1	3,1	3,4	2,7	2,8	2,7	3,2	3,2	3,1		
<i>F. ovina duriuscula</i>	2,7	1,6			2,5	1,7	3,4	2,1	11,5	1,6		
<i>F. nigrescens</i>	1,9	1,9	2,6	1,9	2,3	1,3	2,2	2,0	1,7	2,1		
<i>F. rubra littoralis</i>	2,8	1,5	2,8	1,5	2,8	1,5	3,1	2,0	1,4	2,3		
<i>F. rubra rubra</i>	2,2	2,3	2,8	2,1	3,7	2,2	2,0	2,5	2,5	2,8		
<i>L. perenne</i>	3,1	2,6	3,0	2,5	3,2	2,6	2,9	2,6	2,6	2,7		
<i>Ph. bertolonii</i>	1,6	2,2	2,0	2,6			1,1	2,0	2,3	2,4		
<i>P. pratensis</i>	1,8	2,3	2,4	2,2	1,8	2,2	2	2,2	2,3	2,4		

Table 5
Summer behaviour of the main species in trials laid down in 1974 in various areas during the summer 1976.

	Date	A.e	A.s	A.t	F.a	Ph.b	F.o.d	F.o.t	F.r	P.p	L.p
ALENYA irrigated	8/6	1,5		1,75	4,17	3	3	3,5	2,17	4,2	3,5
	20/7	3		2,5	4,33	4	3,67	3,5	3,67	4,5	4,5
	31/8	4,5		4	4,5	4	4,33	4,5	4,5	4,5	5
GOUDON irrigated	31/8	4,35			2,57		4,5		4,42	4,26	4,4
irrigated	5/5	3,17	3,17	3,75	3,17	3,83	4,42	3,5	3,83	3,26	4
	24/6	2,87	3,12	3,5	2,25	2	2,67	3	3,48	3,11	3,33
	9/7	1,67	1,37	2,75	2,87	1,58	3,42	2,5	2,96	3,07	3,12
GOTHERON non irrigated	14/9	1,75	3,57	2,62	2,75	3	3,92	2,17	3,20	3,75	4,12
	11/6	2,5	1,5	2,5	2,45	1,75	2,83	1,62	1,6	1,52	1,5
	30/7	1	1	1,5	1,65	1	1,50	1	1,05	1,12	1,42
	20/9	1	1	2,75	3,15	1,50	3,67	1	3	2,67	1,75
LUSIGNAN non irrigated	11/6	1	2,17	2,33	2,92	1,33	2,25	1	2,11	1,9	2,25
	2/7	1	1,08	1	1,90	1	1,25	1	1,13	1,28	1,04
	15/7	1,5	1,67	2	2,04	1,5	1,75	1	1,61	2,47	2,7
	22/7	1,25	1,67	2,33	3	1,5	1,5	1	1,91	2,7	2,54
	24/8	1,25	1	1	1,82	1,5	1,25	1,1	1,34	1,45	1,1
	15/9	1,25	1,62	1,63	4,75	3,67	1,25	1,1	2,01	2,77	3,75
ST LAURENT DE LA PREE	26/5	1	3,5	3,33	3,2	2,42	3	1	2,28	3,71	4,5
	14/6	1,25	2	1,58	3,15	1,8	2,85	1	3,45	1,91	3,12
	19/7	1	1	1	3,65	2	2,33	1	1,54	4,22	3,19
	16/8	1,5	1,5	2	3	1,67	1,83	1,67	1,73	3,38	2,5
	10/9	1,5	1,67	1,63	4,3	2,67	2	2,25	1,7	4	2,5
	30/9	1	1	1	4,6	3	1,85	2,08	1,32	2,88	2,12
	7/10	1,5	1,37	1,58	4,3	2,75	2,33	2,33	1,9	2,91	2,69

① : number of cultivars within the considered species appearing in the trials

- A. c. : *Agrostis canina*
- A. s. : *Agrostis stolonifera*
- A. t. : *Agrostis tenuis*
- F. a. : *Festuca arundinacea*
- Ph. b. : *Phleum bertolonii*
- F. o. d. : *Festuca ovina duriuscula*
- F. o. t. : *Festuca ovina tenuifolia*
- F. r. : *Festuca rubra*
- P. p. : *Poa pratensis*
- L. p. : *Lolium perenne*

pear between species. Taking the 4 trial sites into account the following sequence is established: *F. arundinacea* > *F. ovina duriuscula* – *P. pratensis* – *L. perenne* > *A. tenuis* – *Ph. bertolonii* – *A. stolonifera* – *F. rubra* > *A. canina* – *F. ovina tenuifolia*. It is not statistically different from the previous one. So it is with the comparison of the sequences under irrigation and dry conditions at Gotheron, showing a significant positive rank correlation between them. As a whole both results show that the species sequences are similar under dry conditions and under irrigation. The rank of *L. perenne* only is sharply improved under irrigation.

Taking the species sequences as a basis, in each trial site interactions species-sites are also observed. Thus, *F. arundinacea*, *L. perenne* and *P. pratensis* prove to be the best at Lusignan and St Laurent de la Prée, while at Gotheron and Wagnonville *F. ovina duriuscula* assumes the best appearance.

Among warm-season species, only *B. dactyloides*, *C. dactylon* and *P. notatum* at Alenya and *Phalaris aquatica* at St Laurent de la Prée had a satisfactory behaviour, though always inferior to those of the best cool-season species. Yet, at Lusignan *C. dactylon* remained greener than any other cultivar or species.

Discussion

The ranking of the various species in terms of their summer behaviour (mean value for the whole summer) are not similar in 1974, 1975 and 1976 at Lusignan. This may be due to several reasons:

- climatic conditions: drought in 1974, heat in 1975, lasting drought and heat in 1976,
- the capacity of the species to use residual water and "fresh" water provided by rainfall.

A. tenuis loses colour rather rapidly but it is more resistant to heat than to drought. It uses residual water rather badly because of top rooting, but it uses rain-

ater at best especially under high temperatures (1976).
arundinacea is the best species resistant to heat
975-1976) while showing a satisfactory behaviour
der dry conditions, though inferior to that of other
pecies. This can be explained by a good capacity to
se both residual water and rain, probably due to a
eep rooting.

ovina duriuscula and *F. rubra litoralis* are more
sistant to drought if it doesn't last too long, around
month (1974 and 1976), and to hot weather if there
no water shortage (1975. and end of the spring 1976.)
his is due to a good capacity to use residual water
ecause of the leaves morphology of both these spe-
ies. Unfortunately, if the dry season persists they turn
to "mats", and have many difficulties to grow again
hen water does not lack any more (September 1974,
uly 1976). It seems that the plants dry up to remain
reen.

. nigrescens loses colour rapidly and so proves to
e rather resistant (1974). On the other hand it suffers
om hot weather despite its green appearance with
water (1975 and 1976). It was much affected by the
ainfall of July 1976 followed by the drought in August.
his can be explained as follows: the tillers greening
p in July depended on a very superficial rooting in the
atch, where water tended to remain; during the
ugust drought and heat they died out from a lack of
water and thus in September there were practically no
tillers left for the greening up.

F. rubra rubra decreases also rapidly in colour, but to
a lower degree than *F. rubra litoralis* and *F. nigrescens*.
t seems to be less affected by heat, as well. This is
ertainly due to a deeper rooting and a less developed
atch than in the other two sub-species, which allows
a better utilization of residual water and rain.

. perenne, particularly the late cultivars, seems to be
less affected by drought (1974) than by heat (1975)
unless there is enough water (July 1976). This may be
due to a rather deep rooting with regard to other
pecies (*Agrostis*...). This species shows an outstand-
ng capacity to regrowth and so it is of great interest.
Ph. bertolonii loses color with the first days of very dry
weather and when temperature are relatively high. It
neither uses residual or rain water if the weather is too
hot (July 1976). But on the other hand it assumes a
most satisfactory greening-up with water and cooler
emperature.

P. pratensis is rather affected by dry weather. It seems
o be more successful under hot and wet weather
(1975 and July 1976). Its root system, though abundant
does not allow a rapid regrowth whatever the external
conditions.

Results obtained in 1976 in the 5 trial sites corroborate
the conclusions of several scientists and principally
WARD (1969), who have studied the behaviour of the
species under dry and hot conditions. *F. arundinacea*
and to a less extent *L. perenne* are of great interest.
F. rubra is rather unsatisfactory though *F. rubra litoralis*
is of great interest in rather short periods of dry
weather (not over 1 month). Within *F. ovina* sp. only
F. ovina duriuscula is satisfactory in some cases, as
well as *A. tenuis* within *Agrostis* sp. For both these 2
species the relatively satisfactory behaviour at Alenya
and Gotheron is due to both hot and wet weather, even
in the trials without irrigation. *Ph. bertolonii* is the least
unsatisfactory at St Laurent de la Prée, certainly be-
cause of the less intense heat which originated a
shorter dormancy.

Conclusion

Three unusual summers, each with its own character-
istics, have revealed the possibilities of cool-season
species. In 1974 and 1975 none of the principal ones
disappeared. In 1976, on the contrary, under extremely
affecting conditions in our country some species
showed their own limits: *F. ovina duriuscula*, *F. nigres-
cens* and *F. rubra litoralis*.

Considering the results obtained in our trial network,
it can be said that *F. arundinacea* is the most resistant
to heat, either under dry conditions or not, while under
dry weather without very high temperatures. *F. ovina
duriuscula* and *F. rubra litoralis* assume a most satis-
fatory appearance, if these conditions do not last too
much. Though *L. perenne* has not a satisfactory behav-
iour under dry weather and heat, it is of great interest
for its outstanding liability to valorize fresh water.

The other species, except *A. tenuis* and *P. pratensis*
under heat and relative moisture, have medium summer
behaviour.

From now on there are great differences between culti-
vars, and seeds producers should exploit them for the
consumers' profit. The pointed out variability fosters
efforts in plant breeding.

Should our studies be restricted to cool-season species,
since they are satisfactory on the whole? definitely not.
Considering the rising concerns in water savings, and
the needs for the south of France it seems advisable
to take an interest in warm-season species and particu-
larly in *Cynodon dactylon*.

(MM. BILLOT, PEYRIERE, SYMCZAK, TURPAUD carried
out the studies at Gotheron, Alenya, Wagnonville, St
Laurent and provided their data.)

Literature

- BEARD J. B., 1973. Turfgrass science and culture. Prentice Hall, Inc.
Englewood. Cliffs, New Jersey.
- BOURGOIN B., C. BILLOT, M. KERGUELEN, A. HENTGEN, P. MANSAT,
1973. Behaviour of turfgrass species in France. Proc. Sec. Int. turf-
grass Res. Conf. 35-40.
- BOURGOIN B., 1974. The behaviour of the principal turfgrasses under
french climatic conditions. The Journal of the Sports Turf Research
Institute. 50. 65-80.
- GILBERT W. B., 1969. Turfgrass research in the South Eastern United
States. Proc. First Int. turfgrass Res. Conf. 19-26.
- HOLT E. C., 1969. Turfgrasses under warm, humid conditions. Turfgrass
science. Agronomy 14: 513-528. Amer. Soc. Agron., Madison, Wisc.
- JUSKA F. V., J. F. CORMAN and A. W. HOVIN, 1969. Turfgrasses under
cool, humid conditions. Turfgrass science. Agronomy 14: 491-512.
Amer. Soc. Agron., Madison, Wis.
- JUSKA F. V. and A. A. HANSON, 1969. Evaluation of cool-season turf-
grasses alone and in mixtures. Agron. J. 51: 597-600.
- KEEN R. A., 1970. Grasses for the transition zone. Proc. First Int. turf-
grass Res. Conf. 84-85.
- KHALIGHY A., 1976. Results of trial in Ariamehr Botanical Garden.
Rasen 1. 76.
- MADISON J. H., 1970. Relationships between plant and mowing. Proc
First Int. turfgrass Res. Conf. 469-480.
- TAYLOR L. H., J. F. SHOULDERS, A. J. POWELL and R. E. SCHMIDT
Development of improved Kentucky bluegrass cultivars for the transi-
tion zone of the Eastern United States. Proc. Sec. Int. turfgrass Res.
Conf. 89-91.
- WARD C. Y., 1969. Climate and adaptation. Turfgrass science. Agronomy
14: 27-29. Amer. Soc. Agron., Madison, Wis.
- WATSCHKE T. L., R. E. SCHMIDT and R. E. BLASER, 1970. Responses
of some Kentucky bluegrass to high temperature and nitrogen
fertility. Crop. Sci. 10: 372-376.

Authors: B. BOURGOIN and P. MANSAT I.N.R.A., France, Station d'
Amélioration des Plantes Fourragères, Laboratoire des gazons,
86600 - Lusignan - (F)

Zusammenfassung

Es wird eine Kombination von zwei etwas schräg hintereinander angeordneten Stollenwalzen beschrieben. Das Gerät bewirkt eine intensive, der sportlichen Praxis ähnliche Schädigung der Grasnarbe und ist deswegen ein nützliches Hilfsmittel für die Rasenforschung.

Summary

A description is given of a unit consisting of two slightly angled studded rollers, one behind the other. The apparatus gives intensive and realistic effects of wear on turf and is therefore a valuable aid for sports turf research.

Résumé

On décrit une combinaison de deux rouleaux à crampons placés l'un derrière l'autre et ajustables. Cet appareil provoque une usure intense du gazon semblable à celle observée sur les terrains de sport, et apporte ainsi une aide efficace dans la recherche concernant les pelouses de sport.

Einführung

Seit Beginn der Rasenforschung sind Stollenwalzen benutzt worden, um eine der Praxis ähnliche Belastung der Grasnarbe zu bewirken. Schon ziemlich bald nach Beginn unserer Sportrasenversuche bauten wir eine Kombination von zwei Walzen hintereinander, um die Wirkung zu intensivieren, ohne den benötigten Arbeitsaufwand zu erhöhen. Immerhin sind einige Nachteile geblieben. Die Walzen bewirken eine verhältnismäßig geringe Schädigung der Grasnarbe, weil die Stollen nur einen fast senkrechten Druck ausüben, ohne das von Sportlern bewirkte Zerreißen der Narbe. Zweitens entstehen, zumal an den Grenzstreifen der Versuchspartellen, durch den Anstoß der Walzen Wölbungen der Bodenoberfläche, die sich bei jedem Arbeitsgang weiter ausdehnen.

Konstruktion

Mit dem Ziel, mit möglichst wenig Arbeitsaufwand eine mehr wirklichkeitsnahe Schädigung der Grasnarbe zu bewirken und der Aufwölbung des Oberbodens vorzubeugen, wurde eine neue Walzenkombination hergestellt (Darst. 1). Die Walzen sind etwas schräg zueinander eingestellt, der Winkel α kann auf 6, 9 oder 12° eingestellt werden. Innerhalb der Walzen, entlang den Achsen, sind Belastungsgewichte eingebaut worden. Die Walzen selbst wurden aus Eisenröhren von 90 cm Länge, 33 cm Durchmesser und 6 mm Wandstärke hergestellt. In regelmäßigen Abständen von 8 x 10 cm wurden Löcher gebohrt, wo die von Sportlern benutzten Stollen einfach eingeschraubt werden können. Die Walzen werden während der Arbeit von senkrecht beweglichen Bürsten rein gehalten. Das Gesamtgewicht des Geräts ist 3200 N. Nach Hochheben und Stützen der Zugstange kann die Achse mit Transporträdern unter die in der Mitte des Rahmens angebrachten Gabeln geschoben werden. (Darst. 2).

Erfahrungen

Die Prüfung erbrachte einige wichtige Ergebnisse. Die schrägen, etwas langgezogenen Eindrücke der Stollen im Oberboden ähneln denen des Fußballspielers mehr als es bei den geradestehenden Walzen der Fall war.

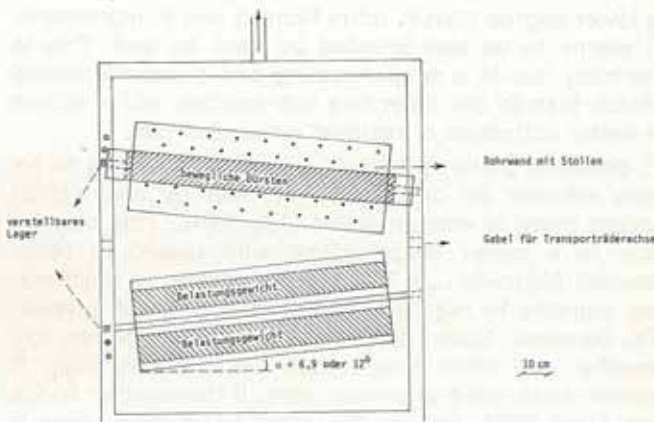
Durch die vorne und hinten am Rahmen auftretenden, seitwärts gerichteten Kräfte schwingt das Gerät etwas. Dieses Schwingen, das mit der Größe des Einstellwinkels zunimmt, schädigt die Narbe an den Außenseiten der Walzen stärker als in der Mitte. Das Gras wird mit der aufgerissenen Erde verschmutzt.

Bei einem Winkel von 6° und einer Geschwindigkeit von drei km/Stunde war die gemessene Zugkraft 600 N. Die Kombination wird von einem Mähgerät mit 12 PS-Motor ohne Schwierigkeiten gezogen. Unter ungünstigen Verhältnissen können die Antriebsräder des Mähers eine zusätzliche Schädigung der Narbe bewirken.

Auf Grund dieser Erfahrungen wurde der Einstellwinkel



Darst. 1: Schräg eingestellte Doppelwalze



Darst. 2: Konstruktion der Stollenwalze (Aufsichtsbild)

vorläufig auf 6° festgestellt. Das leichte Schwingen könnte verhindert werden, wenn man die Walzen nebeneinander statt hintereinander anbringt, oder die Zugkraft etwas rechts von der Mitte des Rahmens angreifen läßt, oder aber die Befestigung am Mähgerät mit zwei Drehpunkten zustande bringt. Durch diese Maßnahmen werden die seitwärts gerichteten Kräfte ausgeglichen.

Die Kombination von zwei schräg eingestellten Stollenwalzen hat sich als ein zweckmäßiges Gerät bewährt, um das Bespielen des Sportrasens nachzuahmen. Durch die schräge Einstellung der Walzen besteht keine Gefahr, daß die Stollen den im Boden vorhandenen Eindrücken folgen. Die vorhandenen Wölbungen des Oberbodens werden durch die schräge Einstellung der Walzen planiert und treten dadurch erwartungsgemäß nicht mehr auf. Durch einfache Änderung des Einstellwinkels kann die Wirkung beeinflußt werden. Die Konstruktion ist einfach und billig. Das Prinzip der schräg eingestellten Walzen bietet weitere Variationsmöglichkeiten.

Verfasser: Ing. F. RIEM VIS, Institut für Bodenfruchtbarkeit (IB), Oosterweg 92, Haren-Gr. (Niederlande)