

RASEN

TURF | GAZON

GRÜNFLÄCHEN BEGRÜNNUNGEN

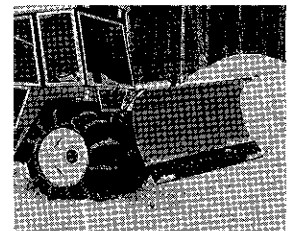
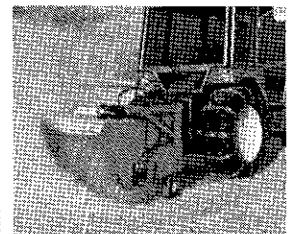
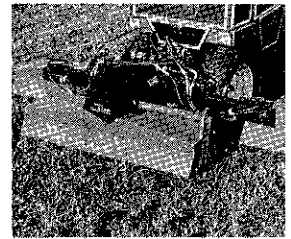
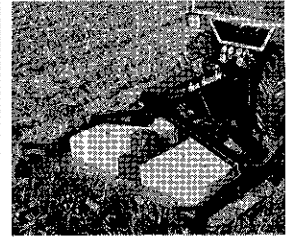
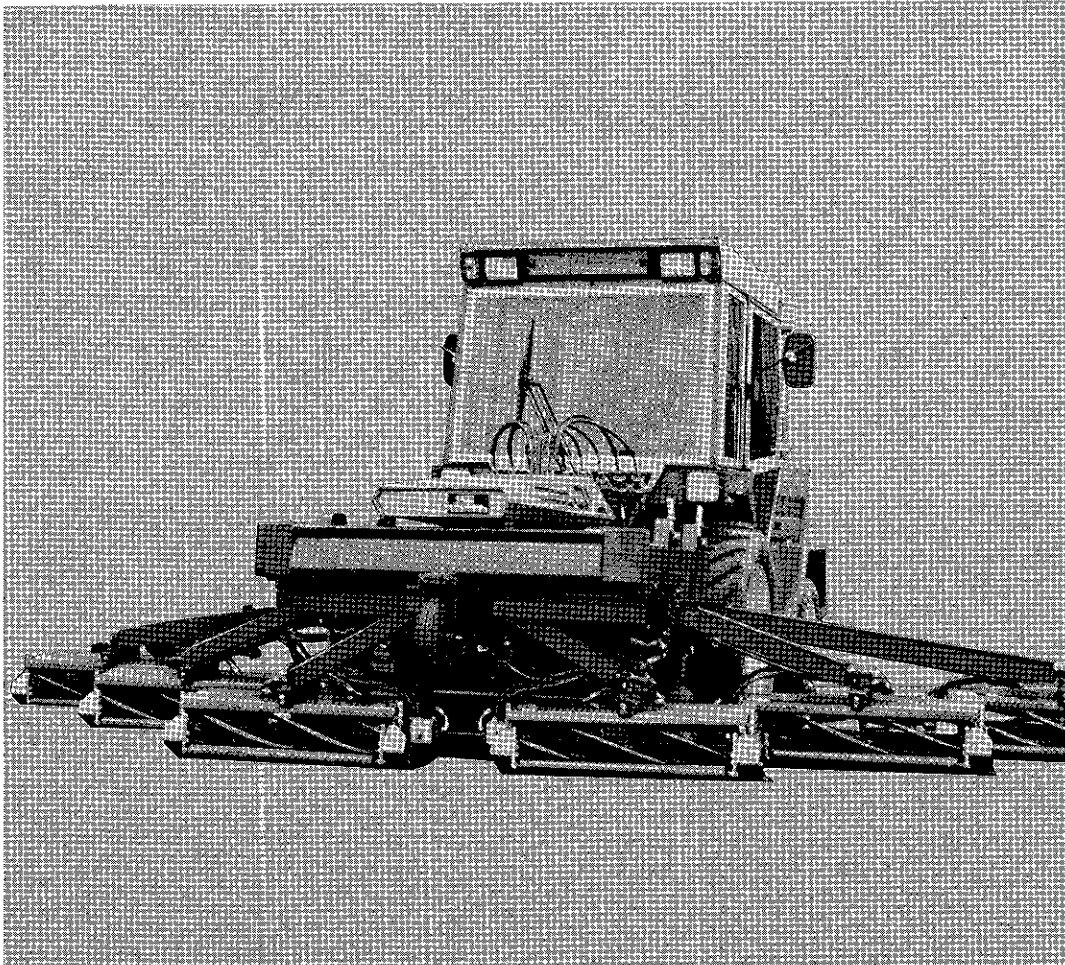
4

86

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



Neu: Buntton Multi-trac 530 K



Der kompakte Geräteträger für den Einsatz in der professionellen Grünflächenpflege und einer Vielzahl von Unterhaltsarbeiten während des ganzen Jahres.

Buntton Multi-trac 530 K – ein Konzept für heute und morgen in Perfektion. Schneller Anbau verschiedener Arbeitsgeräte an die mechanische und/oder hydraulische Kraftübertragung vorne und hinten, ohne Werkzeug. Mit jedem Arbeitsgerät als leistungsfähige, robuste und wirtschaftliche Spezialmaschine einsetzbar. Hoher Bedienungs- und Fahrkomfort.

Buntton Multi-trac 220 H – der kleine Bruder mit gleichem Mehrzweck-einsatz (nicht abgebildet). Europäische Normen.

ORAG INTER LTD

Europäische Verkaufsorganisation für Rasenpflegemaschinen
CH-5401 Baden · Telefon 056/84 02 51 · Telex 53734



Unsere europäischen Vertriebspartner

Dänemark und Norwegen:
Orag Maskin-Import A/S
Krogager 9, Agerup
P.O. Box 45
4000 Roskilde
Tel. 02/38 72 11

Deutschland:
ORAG-MRM
Moderne
Rasenpflege-Maschinen GmbH
7031 Bondorf (b. Herrenberg)
Tel. 07457/8027

Gebrüder Rau GmbH & Co.
Königswintererstrasse 524
5300 Bonn 3
Tel. 0228/44 10 11

Carl Friedrich Meier
Bankplatz 2
Postfach 3860
3300 Braunschweig
Tel. 0531/4 46 61

Frankreich:
Marly Orag S.A.
117, RN 20
BP 53
91292 Arpajon Cédex
Tél. 06/490 25 90

Holland:
H. Van der Linden B.V.
Weltevreden 24
3731 AL de Bilt
Tel. 030/76 36 11

Italien:
Orag Itajla s.r.l.
Via Cavallo 18
I-10078 Venaria Reale (Torino)
Tel. 11 49 42 42

Österreich:
Rasenservice & Kommunal-
maschinen Handelsges. mbH
Gattringerstr. 11
2345 Brunn a. Geb.
Tel. 02236/26777

Schweden:
Orag Maskin-Import AS
Verkaufsbüro Schweden
Katarina Bangata 61
11639 Stockholm
Tel. 08/714 99 36

Schweiz:
Otto Richei AG
Postfach
5401 Baden
Tel. 056/83 14 44

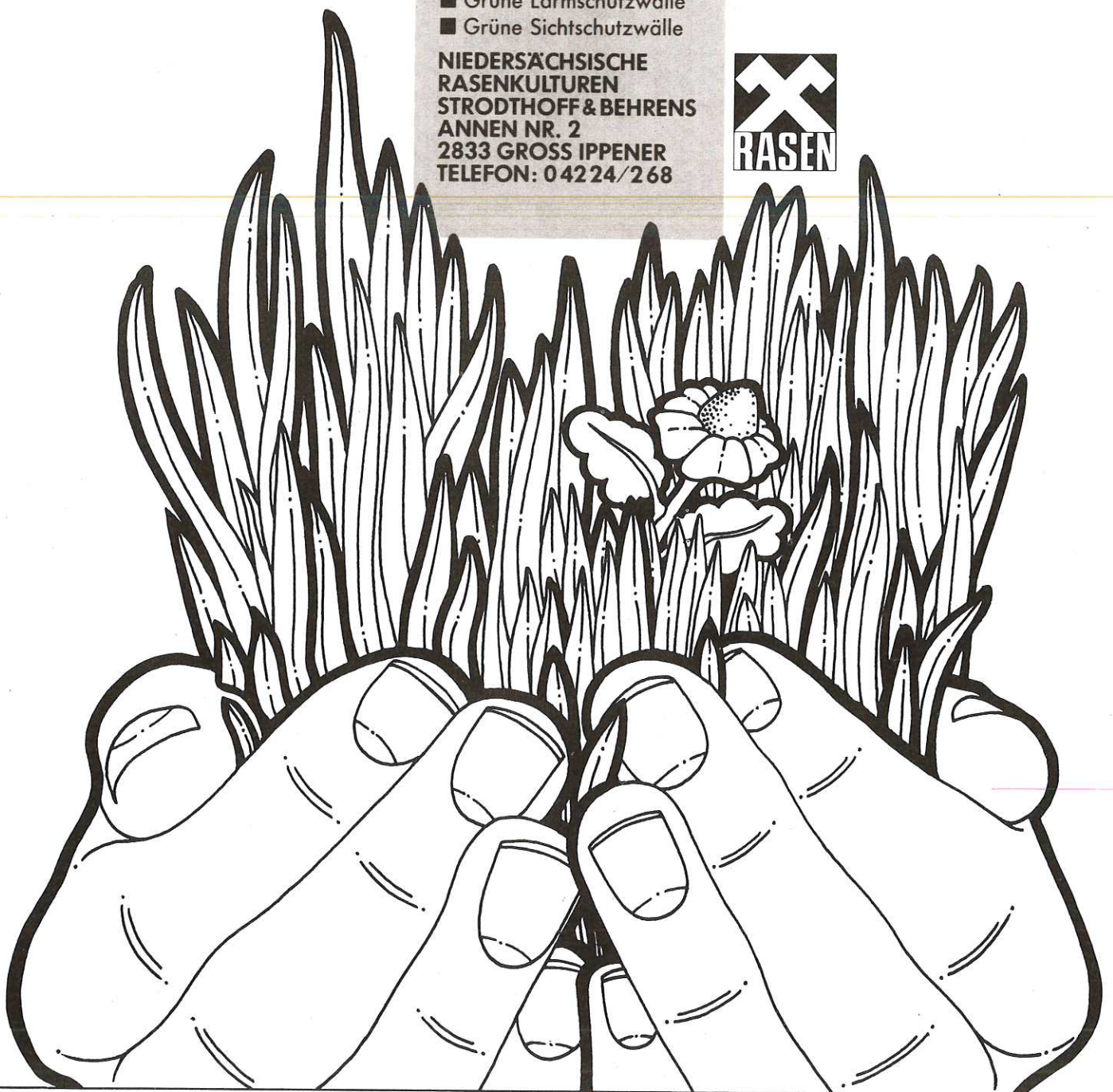
Wir haben das Grün
im Griff.
Die Niedersächsischen
Rasenkulturen. –
Spezialisten für
strapazierfähigen
Fertigrasen in den verschie-
densten Sorten.

Sonderkulturen:

- Armierte Fertigrasen
für extreme Begrünungs-
aufgaben (Wasserbau,
Steilböschung)
- Armierte Vegetations-
matten zur Dachbegrünung
(Gras, Moos)
- Grüne Lärmschutzwälle
- Grüne Sichtschutzwälle

**NIEDERSÄCHSISCHE
RASENKULTUREN
STRODHOFF & BEHRENS
ANNEN NR. 2
2833 GROSS IPPENER
TELEFON: 0 42 24/2 68**

GRÜN AUS GUTEN HÄNDEN.



Dezember 1986 - Heft 4 - Jahrgang 17
Hortus Verlag GmbH - 5300 Bonn 2

GRÜNFLÄCHEN BEGRÜNUNGEN

Herausgeber: Professor Dr. P. Boeker †/Professor Dr. H. Franken

Veröffentlichungsorgan für:

Deutsche Rasengesellschaft e.V., Godesberger Allee
142—148, 5300 Bonn 2

Proefstation, Sportaccomodaties 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-Wilhelms-
Universität — Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau,
Katzenburgweg 5, Bonn 1

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

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

Aus dem Inhalt

- 113** Sand zur Bodenverbesserung und als Mittel zur Rasenpflege
W. Büring, Spangenberg
- 116** Quarzsande — Mineralogische Eigenschaften, Lagerstätten und Aufbereitung
M. Weninger, Schnaittenbach
- 120** Sonderbegrünung extremer Standorte (Haldenbegrünung) — Aus der Sicht der möglichen Bodenhilfsstoffe
H. Prün, Limburgerhof
- 127** Begrünung extremer Standorte — Aus Sicht der Saatgutmischungen
E. Lütke Entrup, Lippstadt

- 131** Die Begrünung extremer Standorte — Aus der Sicht der Ausführungen
I. Campino, Essen
- 133** Mitteilungen — Informationen — Berichte Bericht über das 55. Rasenseminar der Deutschen Rasengesellschaft in Gifhorn
H. Nonn, Bonn
- 135** Prof. Dr. Dr. h. c. Adolf Stählin 85 Jahre

Beilagenhinweis:

Diese Ausgabe enthält eine Beilage der Firma Feldsaaten-Freudenberger, 4150 Krefeld. Wir bitten unsere Leser um Beachtung.

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

MwSt. Abonnements verlängern sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn nicht drei Monate vor Ablauf der Bezugszeit durch Einschreiben gekündigt wurde.

Verlag, Vertrieb und Anzeigenverwaltung: HORTUS VERLAG GMBH, Postfach 200550, Rheinallee 4b, 5300 Bonn 2, Telefon (0228) 353030/353033. Verlagsleitung und Redaktion: R. Dörmann, Anzeigen: Elke Schmidt. Vertrieb: Regine Hesse. Gültig ist die Anzeigenpreisliste Nr. 9 vom 1.9.1986. Erscheinungsweise: jährlich vier Ausgaben. Bezugspreis: Einzelheft DM 12,—, im Jahresabonnement DM 46,— zuzüglich Porto und 7%

Druck: Köllen Druck & Verlag GmbH, Schöntalweg 5, 5305 Bonn-Oedekoven, Telefon (0228) 643026. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten. Aus der Erwähnung oder Abbildung von Warenzeichen in dieser Zeitschrift können keinerlei Rechte abgeleitet werden. Artikel, die mit dem Namen oder den Initialen des Verfassers gekennzeichnet sind, geben nicht unbedingt die Meinung von Herausgeber und Redaktion wieder.

Zusammenfassung

Die natürlich anstehenden Böden besitzen häufig nicht die für belastbare Rasentragschichten erforderliche Körnungslinie. Um die Wasserdurchlässigkeit, den Bodenluftgehalt und den Verdichtungswiderstand in einen günstigen Bereich zu bringen, ist in diesen Fällen die Einmischung mehr oder weniger großer Mengen Sandes entsprechender Körnung erforderlich.

Je nach dem Körnungsbereich ist die Wasserkapazität von Sanden und Kiesen unterschiedlich hoch. Ebenso ergeben sich Wirkungsdifferenzen aus den Kornformen der Sande. Zur Sicherung bestmöglicher Tragschichteigenschaften sind vorherige Materialuntersuchungen notwendig.

Besandungen zur Rasenpflege müssen frühzeitig beginnen und mit kleinen, häufigeren Gaben durchgeführt werden. Der Sand soll ggf. scharf gewaschen sein und in einer Körnung zwischen 0,06 und 2 mm verwandt werden, mit einem genügend hohen Feinsandanteil.

Besseres Wurzelwachstum der Gräser, Ebenheit der Oberfläche und Aktivierung des mikrobiellen Rasenfilzabbaus lassen sich durch sachgerechte Sandungen bewirken.

Sand for soil improvement and as a means of turf improvement

Summary

The natural soils available often do not have the granulation line required for turf carrying layers undergoing wear and tear. In order to improve the water permeability, the air contents of the soil and the resistance to condensation, the additional mixture into the soil of more or less large quantities of sand of a corresponding granulation is required in these cases.

Depending on the granulation, the water capacity of sands and gravel is differently high. There are also differences in effectiveness due to the forms of the grain of sand. In order to ensure the best possible properties of carrying layers, the material has to be examined beforehand.

The addition of sand with a view to improving the turf must be started early enough and small quantities must be applied frequently. The sand should possibly be washed carefully and it should show a granulation fluctuating between 0,06 and 2 mm, with a sufficiently high proportion of fine sand.

Properly carried out sand application can favourably influence a better root growth of the grasses, a smoother surface and an activation of the microbial decomposition of turf thatch.

Utilisation du sable pour l'amélioration du sol et pour l'entretien des pelouses

Résumé

Les sols naturels ne présentent souvent pas une courbe granulométrique satisfaisante par rapport aux critères requis pour la résistance à la charge des couches portantes des pelouses. En ce cas il est nécessaire de procéder à des apports plus ou moins importants de sables choisis selon une granulométrie appropriée afin d'améliorer la perméabilité à l'eau, la capacité en air et la résistance au compactage des sols.

La capacité en eau des sables et graviers varie considérablement en fonction de leur granulométrie. En outre la forme des grains de sable a également une influence sur les résultats. L'analyse des matériaux avant leur application est indispensable pour garantir la meilleure qualité possible des couches portantes.

Pour l'entretien des pelouses les sablages devront débuter tôt et s'effectuer par petites doses répétées. Le cas échéant le sable devra être lavé, les fractions utilisées devront se situer entre 0,06 et 2 mm de diamètre avec un taux suffisamment élevé de sable fin.

Des sablages appropriés permettent d'obtenir un meilleur développement racinaire des graminées, favorisent la décomposition microbienne du feutrage et amènent à égaliser la surface du terrain.

Einleitung

Der Boden ist für Rasengräser der Standort, der ihnen eine gute Wurzelentwicklung und die Bildung einer dichten Rasennarbe bei dem jeweils spieltechnisch notwendigen straffen Wuchs dauerhaft sichern soll.

Als Speicher, Umformer und Lieferant für Nährstoffe, Wasser, Sauerstoff und Wärme soll er den Gräsern diese für ihren funktionsgerechten Wuchs notwendigen Wachstumsfaktoren mengen- und zeitgerecht liefern. Zur Erfüllung dieser Aufgaben sind eine richtig ausgelegte Körnungslinie zur Sicherung von Tragfähigkeit und Scherfestigkeit sowie ein günstiges Bodengefüge als Basis für die notwendige Bodendynamik erforderlich.

Im Optimalfall gewinnen die Gräser dabei über ein kräftiges Wurzelwachstum die Regenerationskraft, mit der sie Narbenschäden durch entsprechenden Wuchs ausgleichen. Eine mechanische Verschlechterung der erwünschten Bodeneigenschaften erfolgt bei Rasentragschichten durch den Bodendruck, welcher beim häufigen Überfahren mit Mäh- und Pflegegeräten unter wechselnden Witterungsbedingungen ausgeübt wird. Besonders gravierend ist das auf Golfgrüns. Zusätzlich erfolgen Porenraumveränderungen bis zur Verdichtung durch die Spielbelastung, welche beim Fußball-Kampfspiel in den Intensivzonen je Spiel Werte bis zu 40 daN/cm² erreichen kann. Je nach der Intensität und Häufigkeit der Belastung werden verdichtungshemmende bzw. -auflock-

kernde Pflegemaßnahmen erforderlich, zu denen auch die systematische Anwendung von Sand als Mittel zur Rasenpflege gehört.

Häufige Bodenfehler

In der DIN 18035, Teil 4, (DNA, 1974), sind die Grenzen des Optimalbereichs der Körnungslinie für belastete Sportrasenflächen angegeben. Offensichtlich ist die Kenntnis darüber immer noch zu wenig verbreitet, wie Baufehler bis in die neueste Zeit, insbesondere im Golfbereich, immer wieder beweisen.

Aus Kostengründen wird versucht, einen möglichst großen Anteil des örtlich vorhandenen Bodenmaterials in die Rasentragschichtmischung einzubringen, ohne über geeignete Mischkomponenten, z.B. Sand, das richtige Endergebnis sicherzustellen. Es wird leider auch häufig noch immer versäumt, die vorgesehenen Mischungen auf Wasserdurchlässigkeit und Wasserspeicherfähigkeit prüfen zu lassen.

Daher erscheint es sinnvoll, hier noch einmal einige Fakten und Zusammenhänge aufzuzeigen.

Nach SKIRDE (1982) sind die Kennwerte einer funktionsfähigen Sportrasen-Tragschicht die folgenden:

Festsubstanz 50—55 %, Porenvolumen 45—50 %

Dichte: 1,4—1,6 kg/l

Porenvolumen 50 µm: mehr als 15 %

Porenvolumen 10 µm: ca. 15—18 %

Porenführung durch alle Schichten kontinuierlich.

Sauerstoffgehalt: ≥ 6 Vol.-%.

Bei diesen Kennwerten ist die Tragschicht durchlässig für Wasser und Luft, der Gasaustausch ist gesichert. Sie

*) Referat, gehalten beim 53. Rasenseminar am 29./30. Okt. 1985 in Pleinfeld

Tab. 1: Mittlere Porenraumgliederung von Bodenarten, in Vol.-% (nach BADEN et al., 1965)

Bodenart	schnell dränende Poren	langsam dränende Poren	Fein- und Mittelporen	Gesamt-Porenvolumen
Sand	20—40	2—12	2—8	35—50
Lehm	5—25	8—22	10—20	37—53
Ton	3—13	5—12	20—40	40—56
Torf, schwach zersetzt	15—25	20—30	25—45	90—97
Torf, stark zersetzt	3—8	15—25	35—60	70—90

ist gut durchwurzelbar. Voraussetzungen sind weiter ein günstiger pH-Bereich und das Fehlen toxischer Stoffe. Betrachtet man die in Tabelle 1 nach BADEN et al. (1969) aufgeführte mittlere Porenraumgliederung einiger Bodenarten, dann zeigt sich, daß das Gesamtporenvolumen den großen Unterschieden der Körnungslinien zum Trotz sich in fast identischen Bereichen bewegt. Zur Beurteilung der Verwendbarkeit für Rasentragschichten ist der Anteil an schnell und langsam dränenden Poren zu betrachten. Hier bestehen deutliche Unterschiede zwischen den Bodenarten, welche den Mischanteil von Bodenmaterial der Bodengruppen 6—9 nach DIN 18915 (DNA, 1973) volumenmäßig einschränken.

Die Tabelle zeigt weiter gravierende Unterschiede in der Porenraumgliederung der in Rasentragschichten häufig verwandten Mischkomponente Torf. Wegen der hohen Anteile an Fein- und Mittelporen und der geringen Korngrößen ist stark zersetzter Torf (H5 und höher) zum Einmischen in Rasentragschichten nicht geeignet.

Zum Verständnis sei weiter angemerkt, daß das Bodenwasser in feinsten Poren bis $0,2 \mu\text{m}$ nicht pflanzenverfügbar ist, aus größeren Poren jedoch genutzt werden kann. Es wird in Poren bis $10 \mu\text{m}$ im Boden gehalten, ist in Porendurchmessern bis $50 \mu\text{m}$ langsam beweglich und bei größeren Durchmessern schnell beweglich, wobei gleichzeitig Luft in den Boden nachgesaugt wird.

ADAMS (1981) hat nachgewiesen, daß die Wasserinfiltrationszeit in den Rasentragschichten mit einem Massenanteil Körner von 20 % $< 0,06 \text{ mm}$, d.h. Schluff und Ton, 10fach höher war als die Infiltrationszeit für eine gleiche Wassermenge bei einem Massenanteil von nur 12 % der kleinen Korngrößen. Besitzt das natürlich anstehende Bodenmaterial also höhere Anteile an Ton und Schluff, dann ist zur Sicherung eines genügend großen Bodenluftanteils und zur Herstellung einer genügend schnellen Wasserversickerung das Verringern des Anteils an bindigem Bodenmaterial durch das Einmischen von Sand zur Verbesserung der Gesamtkörnungslinie erforderlich. Aus diesem Grunde kommt dem Sand in weiten Teilen des Bundesgebietes zur Optimierung der Rasentragschicht-Körnungslinie bei Sportrasenflächen große Bedeutung zu.

Es sei hier daran erinnert, daß das Größtkorn für die Rasentragschicht in der DIN 18035, Teil 4, auf 8 mm begrenzt ist. Die Wichtigkeit eines genügend hohen Anteils an schnell dränenden und damit luftführenden Poren konnte EHLERS (1983) in einem Versuch bei unterschiedlichem Wassergehalt des Bodens mittels Schlepperbelastung feststellen. Gegenüber unbehandelt erhöhte die Belastung bei einem Bodenwassergehalt von 14 % die Lagerungsdichte um 15 %, bei 15 % Wassergehalt um 24 % und bei 23 % Wassergehalt sogar um 34 %.

Sand zur Bodenverbesserung

Sand umfaßt den Bereich zwischen 0,06 und 2 mm Korndurchmesser. Ein gutes Bild über die großen Unterschiede, welche zwischen Grobsand und Feinsand in bezug

Tab. 2: Größe, Zahl und Oberfläche von Kugeln bei Kugelzerteilung (nach SCHEFFER et al., 1979)

Bereich	Kugel-Radius mm	Kugel-Zahl	Gesamt-Oberfläche cm^2
Fein- und Mittelkies (2—20 mm)	10	1	12,6
Grobsand (0,6—2 mm)	1	1000	126
Feinsand (0,06—0,2 mm)	0,1	1 Mio.	1260
Mittel-Schluff (0,006—0,02 mm)	0,01	1 Mia.	12600
Grob-Ton (0,0006—0,002 mm)	0,001	1 Bio.	126000

auf die Zahl der Körner und die Gesamtoberfläche bestehen, ergibt sich bei Betrachtung der Tabelle 2. Es leuchtet ein, daß sich im physikalischen Verhalten große Wirkungsunterschiede zwischen den beiden Sandgrößen zwangsläufig ergeben müssen, da die Masse eines Grobsandkorns der Masse von 1000 Feinsandkörnern entspricht. So bestehen z. B. in der Wasserspeicherkapazität von üblichen Sanden und Kiesen unterschiedlicher Körnungsbereiche erhebliche Differenzen, die in Tabelle 3 aufgeführt sind.

Tab. 3: Wasserspeicherkapazität von Sanden und Kiesen unterschiedlicher Körnungsbereiche (nach SKIRDE, 1973)

Material	Körnungsreich, mm	Wasserkapazität Vol.-%
Fein- und Mittelsand	0/1	35—40
Mittel- und Grobsand (feinsandarm)	0/2	25—35
Grobsand und Feinkies (feinsandarm)	0/4	22—27
Sand und Kies	0/32	12—18

Sand kann seine Funktionen als Bodenverbesserungsmittel in der Rasentragschicht und als Material zur Rasenpflege, mit welchem praktisch eine Minitragschicht über der ursprünglich eingebauten aufgebaut wird, nur dann dauerhaft erfüllen, wenn er den folgenden Qualitätsanforderungen entspricht:

Sand muß für die Bodenverbesserung in der Tragschicht oder zur Pflegesandung jeweils die richtige Körnungslinie aufweisen.

Sand muß bei mechanischer Belastung verschleißbeständig sein.

Sand darf bei Einwirkung von Wasser oder Säuren seine Korndurchmesser nicht verändern.

Sand muß bei Frost/Tauwechsel ohne Änderung der Korngrößen verwitterungsbeständig sein.

Diese bau- und vegetationstechnisch notwendigen Qualitätsanforderungen werden von Quarzsand ideal erfüllt. Quarzsand besteht zu mehr als 99 % aus Kieselsäure (SiO_2), er soll frei sein von Beimengungen, wie organischer Substanz, Kalk und Chemikalien, z. B. Flotationshilfen.

Je nach der Herkunft gibt es auch bei Quarzsanden unterschiedliche Kornformen und Kornstrukturen. Hieraus ergeben sich in bezug auf die Dichtlagerung und den Widerstand gegen Bodenverdichtung unterschiedliche Wirkungsgrade, welche aus Tabelle 4 zu ersehen sind.

Ein Beispiel für die Verbesserung des Materials für eine Rasentragschicht mit örtlich vorhandenem Quarzsand ist in Abbildung 1 aufgeführt. Die Körnungslinien wurden durch Untersuchung festgestellt.

Das Ausgangsmaterial war mit Anteilen von 30 % Ton und Schluff als Rasentragschichtmaterial nicht geeignet. Die Mischung von einem Teil dieses Bodenmaterials

Tabelle 4: Eigenschaften von Sanden unterschiedlicher Kornform und Kornstruktur (nach Beier, 1984)

Kornform	Trockendichte	Widerstand gegen Kornverschiebung
1) <u>Rundkorn</u> Oberfl. glatt	○ größter Wert	am geringsten
2) <u>Kubisches Korn</u> flächig begrenzt (z.B. gebrochen)	□ mittlerer Wert	stärker, flächig oder keilförmig aufeinanderliegend
3) <u>Flächig begrenztes Korn</u> Oberfl. rau, Verzahnung	△ niedrigster Wert	am stärksten, innerer Reibungswiderstand

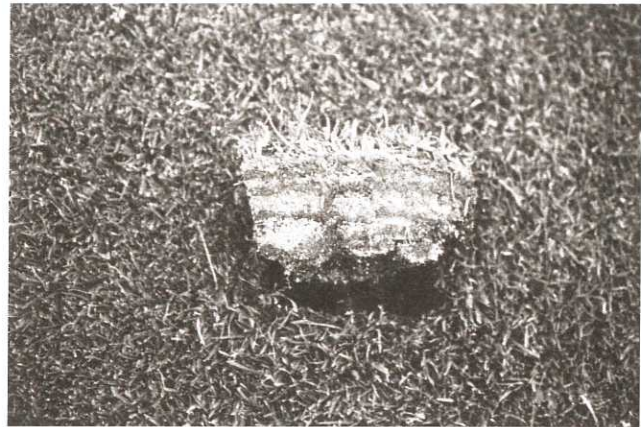


Abb. 2: Sandwichartige Bänderung im Wechsel von grobem Sand und feinporigen Lagen organischen Materials. Kennzeichen zu großer Sand-Einzelgaben bei der Pflegesandung

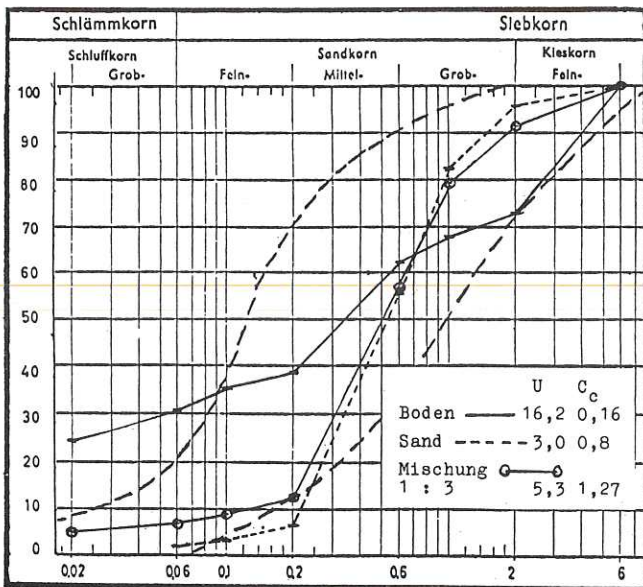


Abb. 1: Verbesserung des Bodens für eine Rasentragschicht durch Mischung mit örtlich vorhandenem Sand

mit drei Teilen örtlich vorhandenen Quarzsandes brachte sowohl im Schlammkornbereich als im Kieskornbereich deutliche Minderungen der unerwünschten Anteile, so daß die Mischung im Bereich der Grenzwerte nach DIN 18035, Teil 4, liegt. Es wäre möglich, den Sandanteil weiter zu reduzieren, ohne aus dem vorgegebenen Bereich herauszufallen.

Sand als Mittel zur Rasenpflege

Die systematische Pflegesandung ist ein ausgezeichnetes Mittel zur Erhaltung der Funktionsfähigkeit der Rasentragschicht.

Im Zusammenwirken mit Hohlstacheln und Abkehren der ausgeworfenen Erdfropfen läßt sich im Laufe mehrerer Jahre ein gewisser Bodenaustausch in den obersten 5 cm der Rasentragschicht durchführen, sofern das eingebaute Bodenmaterial zu hohe Anteile an Ton und Schluff aufweist.

Mit der regelmäßigen Besandung ist es möglich, durch Spieleraktivitäten oder Pflegegeräte verursachte Unebenheiten der Bodenoberfläche auszugleichen und damit Ansatzpunkte für die Verschlechterung der Rasenarbe zu beseitigen.

Im Zusammenwirken mit lüftenden Maßnahmen gelingt es, durch systematische Anwendung von genügend fei-

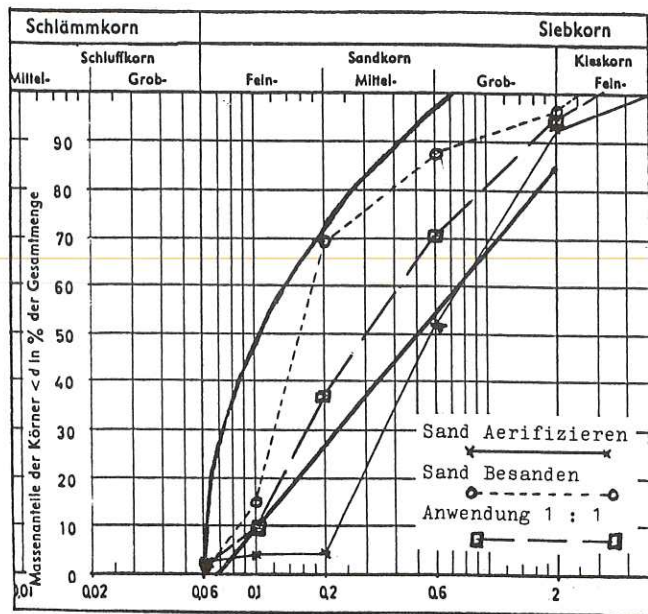


Abb. 3: Körnungsbereich für Besandungssand. Beispiel für praktische Problemlösung durch wechselnde Anwendung von Sanden abweichender Körnungslinien



Abb. 4: Sand in Hohlstachel-Löchern auf einem Golfgrün. Rechts der umgeklappte obere Teil des Boden-Ausstichs

nem Sand im Rasenfilz die Angriffsoberfläche für pilzabauende Mikroorganismen zu vergrößern und damit den Zuwachs an Rasenfilz einzuschränken, ja im besten Falle sogar das Vertikutieren dauerhaft überflüssig zu machen. Beispiele dafür gibt es im Golfbereich.

Es ist darauf hinzuweisen, daß mit der systematischen Besandung von Rasentragschichten sehr früh begonnen werden sollte, bei Frühjahrssaat im Herbst des Saatjahres, bei Herbstsaat im Frühjahr des Folgejahres, noch ehe die eigentliche Benutzung beginnt.

Als Prinzip hat zu gelten, daß häufig und jeweils mit relativ kleinen Gaben besandet wird. Daher ist die Anschaffung eines Sandstreugerätes zur gleichmäßigen Verteilung des Sandes, je nach den spieltechnischen Anforderungen an die jeweilige Rasennarbe, anzuraten, für Golfgrüns sogar dringend erforderlich.

Die Mengenbemessung ist so vorzunehmen, daß beim Einschleppen des Sandes nach dem Hohlstacheln oder Schlitten die entstandenen Bodenöffnungen lose mit Sand gefüllt sind.

Zumindest für Golfgrüns ist es zur Verbesserung der Ebenheit und der Balltreue sinnvoll, zusätzlich noch mehrere kleine Gaben von 1—3 l Sand/m² zu geben und anschließend mit Schleppe oder Beregnung in die Narbe zu bringen.

Besandungen sollen in der Vegetationszeit vorgenommen werden, damit die Rasengräser zügig durch den Sandschleier nach oben wachsen.

Werden die einzelnen Sandgaben zu stark bemessen, dann erfolgt eine häufig zu beobachtende sandwichartige Bänderung mit abwechselnden Horizonten von Sand und Pflanzenmaterial, welche wegen der unterschiedlichen Porendurchmesser die kapillare Wasserableitung

stören und damit den oberen Teil der Rasentragschicht zu feucht halten (siehe Abbildung 2). Zur Besandung sollte i.U. Quarzsand des Körnungsbereiches 0,06—2 mm verwandt werden. Der Feinsandanteil sollte dabei möglichst 20—30% betragen. In Abbildung 3 ist der Körnungsbereich für Besandungssande stark umrandet dargestellt. Gleichzeitig ist dort aufgeführt, daß ggf. durch den Wechsel verschiedener Sandqualitäten, die, jede für sich genommen, nicht dem Ideal entsprechen, eine ausgewogene Körnungslinie im Besandungshorizont durch entsprechende Mengenanteile erreicht werden kann.

Literatur

- 1) ADAMS, W.A., 1981: Soils and Plant Nutrition for Sportsturf: Perspective and Prospects. Proc. 4 Internat. Turfgrass Res. Confer. Univ. of Guelph, Canada, 167—179.
- 2) BADEN, W. et al., 1969: Bodenkunde. Verl. Ulmer, Stuttgart.
- 3) BEIER, H.-E., 1984: 4. Bodenseminar der Arbeitsgemeinschaft Sachverständige Gartenbau, Landschaftsbau, Sportplatzbau e.V., Osnabrück.
- 4) DNA, DIN 18035, Teil 4, 1974: Sportplätze. Rasenflächen. Anforderungen, Pflege, Prüfung.
- 5) DNA, DIN 18915, Teil 1, 1973: Bodenarbeiten für vegetationstechnische Zwecke. Bewertung von Böden und Einordnung der Böden in Bodengruppen.
- 6) EHLERS, W., 1983: Auswirkungen der Bodenbelastung mit schwerem Gerät und der Bodenbearbeitung auf das Bodengefüge und das Pflanzenwachstum. Kali-Briefe Bünthof, 16, 499—516.
- 7) SCHEFFER, F. und P. SCHACHTSCHABEL, 1979: Lehrbuch der Bodenkunde, 10. Aufl., Verl. Enke, Stuttgart.
- 8) SKIRDE, W., 1982: Mündl. Mitt.
- 9) SKIRDE, W., 1979: Vegetationstechnik — Rasen und Begrünungen, 147ff. Schriftenreihe Landschafts- und Sportplatzbau, Patzer-Verlag, Hannover.

Verfasser: Dr. WALTER BÜRING, Am Wäscheborn 3, 3509 Spangenberg

Quarzsande — Mineralogische Eigenschaften, Lagerstätten und Aufbereitung *)

M. Weninger, Schnaittenbach

Zusammenfassung

Die hohe Resistenz von Quarz gegenüber chemischen Angriffen und seine hervorragende mechanische Festigkeit sind aus der Kristallstruktur und dem atomaren Aufbau abzuleiten.

Mit 12% Mengenanteil stellt Quarz nach Feldspat (60%) das zweithäufigste Mineral der Erdkruste. Quarzsand als sedimentäre Ablagerung mit verschiedenen mineralischen Begleitkomponenten ist in vielen Vorkommen verbreitet.

Die Qualitätskriterien für zahlreiche Anwendungszwecke von Quarzsand, auch im weiten Bereich der Vegetationstechnik, werden von den Rohsanden nur in seltenen Fällen erreicht. Technische Maßnahmen zur Aufbereitung und Separierung von Quarzsandfraktionen sind deshalb unumgänglich.

Beim Quarzsandabbau treten beachtenswerte Konflikte mit anderen Bodennutzungsarten auf.

Quartz sands — mineralogical properties, deposits and processing

Summary

The high resistance of quartz to chemical attacks and its excellent mechanical compactness have their origin in the crystalline structure and in the atomic structure.

With a proportion of 12 per cent quartz is after feldspar (60 per cent) the second frequently found mineral in the surface of the earth. Quartz sand as a sedimentary deposit with different accompanying mineral components is frequently found in many occurrences.

The crude sands meet the quality criteria only rarely for numerous purposes of quartz sand utilization, also in the vast field of vegetation techniques. Technical measures for the processing and separation of quartz sand fractions are therefore indispensable.

When mining quartz sand considerable conflicts with other soil utilization methods occur.

Sables Quartziques — Propriétés minéralogiques, Gisements et Traitement

Résumé

La bonne résistance du quartz à l'attaque chimique et son excellente stabilité mécanique résultent de sa structure et constitution cristallographique.

Avec 12% le quartz constitue par sa quantité le second minéral après les feldspaths (60%) de l'écorce terrestre. Les sables quartziques mélangés de différents constituants minéraux accessoires se trouvent répandus dans nombreux gisements en tant que dépôts sédimentaires.

La qualité des sables bruts ne suffit que rarement aux critères exigés pour les différentes utilisations par les industries du sable, notamment dans le domaine des techniques paysagistes. Des mesures de traitement et de séparation des fractions quartzieuses sont donc généralement indispensables.

L'exploitation de sablières soulève souvent des conflits considérables avec d'autres modes d'exploitation des sols.

* Vortrag anlässlich des 53. Rasenseminars der Deutschen Rasengesellschaft e.V. in 8835 Pleinfeld.

1. Einleitung

In der Technik versteht man unter „Quarzsand“ ein körniges Mineralgemenge, welches zumindest zu 90 % aus Quarz und Silikaten besteht. Splitt und Grus aus Quarzpartikeln, auch im Bereich 0,063 und 2 mm, ebenso die von DELLER (1985) besprochenen erheblich karbonatführenden Sande fallen üblicherweise nicht unter diese Definition.

Der Schwerpunkt des vorliegenden Beitrages liegt bei der Beschreibung von Möglichkeiten der Anreicherung und Fraktionierung der gewünschten Quarzkomponente aus Rohsanden mit mechanischen Mitteln. Die Übertragung der einzelnen kostenaufwendigen Aufbereitungsverfahren auf Sande und Kiese allgemein ist natürlich möglich.

Im Buch von DINGETHAL et al. (1985) finden sich neben der Verbreitung der Sand- und Kiesvorkommen Ausführungen über Gesetzesvorschriften, Standortwahl, Betriebsplanung und Rekultivierungsbeispiele, welche im Zusammenhang mit der Sandgewinnung stehen. WEISS (1976) behandelt die Quarzsandlagerstätten mit natürlichem hohen Reinheitsgrad.

2. Mineralogie

Quarz ist eine bei Atmosphärendruck und Temperaturen unter 575°C stabile, kristalline, SiO₂-Modifikation. Das Kristallsystem ist trigonal-trapezodrisch. In der skizzierten Kristallstruktur der Abb. 1 erkennt man, daß Sili-cium stets tetraedrisch von 4 Sauerstoffatomen umgeben ist. Jeder Sauerstoff gehört 2 Tetraedern an, wodurch sich ein dreidimensionales Fachwerkgerüst ergibt. SiO₄-Tetraeder enthalten auch die meisten komplexeren Silikate als Grundbaustein.

Aus der Kristallstruktur resultieren z.B. Dichte 2,65, Lichtbrechung 1,55 und Wärmeleitfähigkeit 11,7 kcal/m h °C. In der mechanischen Festigkeit erreicht Quarz die etwa 15fache Härte von Kalkspat und die doppelte Härte von Feldspat. Die relative Ritzhärte nach Mohs beträgt 7; der Bruch ist splittig. Quarz hat nur in Flußsäure eine hohe Löslichkeit und verhält sich als chemisch weitestgehend inerte Stoff. Feinst pulverisierte Quarzmehle reagieren schwach sauer.

Für die Vegetation von großem Interesse erweisen sich die Gerüstbildung, die Filtrationswirkung und das Wärmespeichervermögen von Quarzsand. Diese schwierig zu quantifizierenden Eigenschaften werden im schlammstofffreien Quarzgemenge von der Morphologie, Oberflächenbeschaffenheit und Größenverteilung des Kornkollektivs wesentlich beeinflusst. In der Bestimmung des Schüttgewichtes und der Porosität eines Sandes ergeben sich Abhängigkeiten von den genannten Pa-

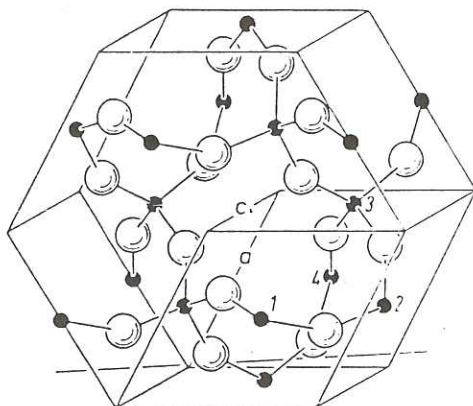


Abb. 1: Kristallstruktur von Quarz

rametern. Die Abb. 2 zeigt Beispiele von Kornformen. Oft sind Mischungen und Zwischenstufen in den Sanden zu beobachten.

3. Quarzsandlagerstätten

3.1. Bildungsbedingungen

Im exogenen, d.h. äußeren Kreislauf der Gesteinsbildung vollzieht sich unter dem Einfluß der Atmosphäre, Hydrosphäre und Organosphäre die Bildung der Sedimente. Ausgangsmaterial dieser Vorgänge, die kurz als Verwitterung zu beschreiben sind, sind die sogenannten primären Gesteine, wie z.B. Granite und Gneise für Quarzsande. Die für die Verwitterung notwendige mechanische Gefügelockerung der kompakten, porenlosen Gesteine geschieht im kühlen Klima durch Frostsprengung, im Wüstenklima durch Salzsprengung, durch Tag und Nacht Temperaturunterschiede und durch den Druck von Pflanzenwurzeln.

Bei der folgenden chemischen Verwitterung, also praktisch der Bodenbildung, ist das wichtigste Agens die Kohlensäure der Luft, daneben Humussäuren und in der heutigen Zeit Verbrennungsgase.

Quarz ist beständig und wird als Verwitterungsrest angereichert. Feldspäte verlieren die Alkalien und setzen sich in Tonminerale um, ebenso die verschiedenen Glimmerarten. Die Karbonate sind beständig, solange nicht ein chemisches Ungleichgewicht den pH-Wert der Umgebung gegen sauer verändert. Schwerminerale sind sehr unterschiedlich beständig.

Für die lagerstättenbildende Anreicherung der Sande ist eine ungestörte Ablagerung vorteilhaft. Transportmedium wird im allgemeinen Wasser, seltener Wind sein. Die drei Haupttypen der Sedimente sind mit den Transportarten verbunden und es erscheinen

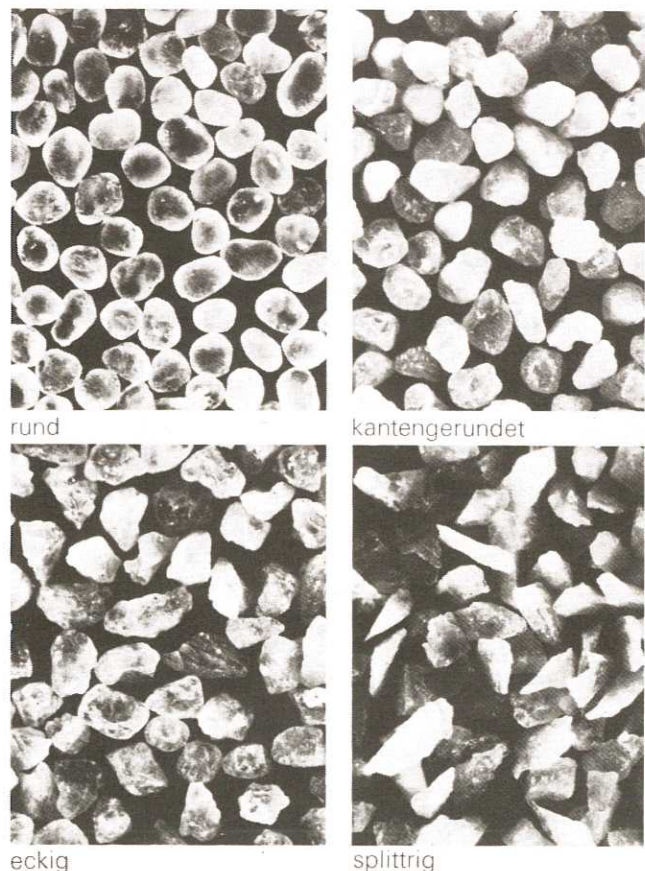


Abb. 2: Quarzsand-Kornformen

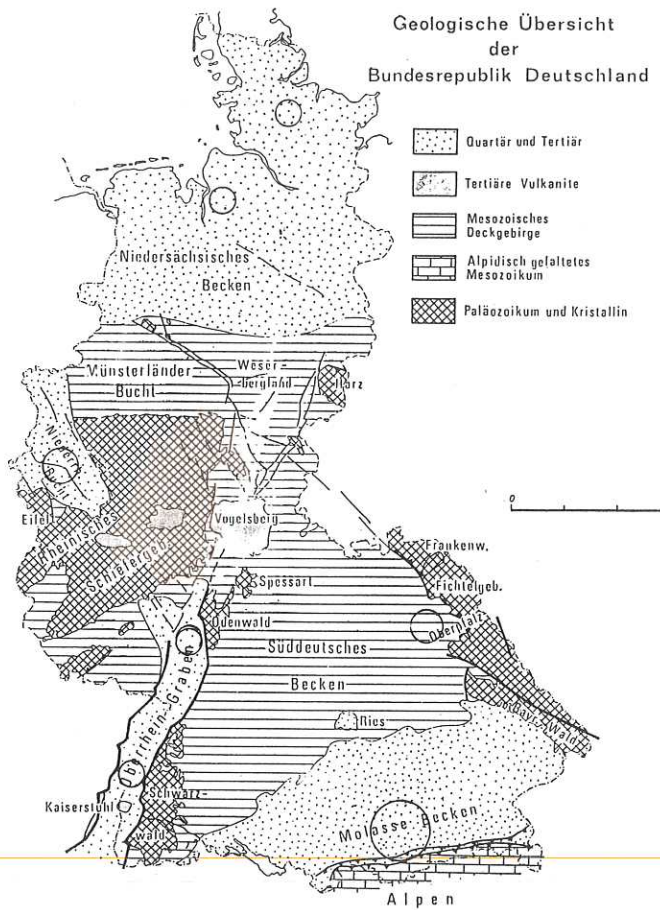


Abb. 3: Quarzsand-Vorkommen

als Bodenfrucht: Sande und Kiese
 als Suspension: Ton und Schlamm und
 als Lösung: Salze und Karbonate.

3.2. Vorkommen

Die geologische Übersicht der Abb. 3 zeigt bedeutende inländische Quarzsandabbaugebiete. Detaillierte Angaben über oberflächennahe Rohstoffe enthalten Kartenwerke und Erläuterungen der Geologischen Landesämter und Schriften der Verbände: „Kies- und Sandindustrie“ bzw. „Steine und Erden“.

Am häufigsten treten Quarzsandlagerstätten neben den teils grobkörnigen Ablagerungen des Alpenvorlandes und der Flüsse in den geologischen Schichten des Tertiärs und der Kreide auf, z.B. bei Duingen, Frechen, Eisenberg, Grasleben, Nivelstein, Haltern-Flaesheim. Jura- und Trias-Quarzsande finden sich bei Freyung und Hirschau-Schnaittenbach in der Oberpfalz. Bei Pleinfeld sind quartäre Quarzsande in Terrassenfeldern der südlichen Zuflüsse des Regnitz-Redwitz Entwässerungssystems verbreitet.

3.3. Begleitminerale

Abhängig von den Ursprungsgesteinen und den jeweiligen Ablagerungsbedingungen enthalten Quarzsande im allgemeinen mineralische Begleitkomponenten. Es sind dies vor allem tonige Bestandteile aus der Gruppe der kristallwasserhaltigen Aluminiumsilikate, wie Kaolin und Bentonit. Diese üblicherweise als Schlammstoffe bezeichneten Komponenten treten in den Feinstfraktionen kleiner 63 µm des Kornspektrums auf. Als Verwitterungsrelikte granitischer Gesteine finden sich sehr häufig in Quarzsanden körnige Feldspäte und blättchenförmige Glimmer. In den chemischen Sandana-

lysen sind diese Minerale besonders an den Kalium-Natrium-Werten erkennbar. Für das süddeutsche Molassebecken charakteristisch erscheinen karbonathaltige Quarzsande. Calcium- und Magnesiumkarbonate sind im Sand durch die Reaktion mit Salzsäure einfach zu identifizieren. Inhomogene Gesteinsreste in den Sanden treten nicht selten in flußnahen Niederungen und Terrassen auf.

Die Oberflächenfarben der an sich glasig hellen Quarze werden durch Eisenhydroxide bei gelben bis braunen, bei dunklen bis schwarzen Sanden im wesentlichen durch Manganverbindungen verursacht.

Akzessorisch in Körnern bis 0,3 mm Durchmesser treten die Schwerminerale mit spezifischen Gewichten über 2,8 auf. Selten erreichen diese oft schwarz erscheinenden Partikel in den Quarzsanden Anteile über 1%. Die verbreitetsten Schwerminerale sind in Tab. 1 angeführt.

Wenn Quarzsande mit Kohleablagerungen in Verbindung stehen oder im Bereich der Pflanzenwurzeln abgebaut werden, ist zumindest in Spuren organische Substanz zu erwarten. Gips, Schwefelkies und salzhaltige Sandschichten werden in unseren Breiten für die Quarzsandgewinnung nicht verwendet.

Anatas	TiO ₂
Andalusit	Al ₂ SiO ₅
Apatit	Ca ₅ (PO ₄) ₃ (OH,F,Cl)
Disthen	Al ₂ SiO ₅
Hämatit	d Fe ₂ O ₃
Ilmenit	FeTiO ₃
Magnetit	Fe ₃ O ₄
Monazit	Ce(PO ₄) ₃
Pyrit	FeS ₂
Rutil	TiO ₂
Staurolith	Al ₄ FeO ₂ (OH) ₂ (SiO ₄) ₂
Titanit	CaTi(O SiO ₄) ₂
Turmalin	Alkali-Eisen-Borat-Silikat
Xenotim	Y(PO ₄) ₃
Zirkon	ZrSiO ₄

Tab. 1: Häufige Schwerminerale in Quarzsanden

4. Aufbereitung

Das Ziel der Aufbereitung ist die möglichst hohe Anreicherung des Quarzanteiles von Rohsanden und die Herstellung von Kornfraktionen aus einem lagerstättenbedingten breiten Kornspektrum. Damit soll ein größerer Anwenderkreis für das Quarzprodukt erreicht werden.

Nach der Entfernung der Oberflächenschichten, des sogenannten Abraums, wird der Rohsand mit unterschiedlichen Baggertypen abgebaut und zu einem Zwischenlager gefördert. Der Unterwasserabbau mittels Saugschiffen bewährt sich z.B. im Ruhrgebiet, wo Sandlager unterhalb des Grundwasserspiegels liegen.

In Abb. 4 wird die seit über 150 Jahren im Betrieb stehende Schnaittenbacher Kaolin-Sand-Lagerstätte gezeigt.



Abb. 4: Kaolin- und Quarzsandabbau

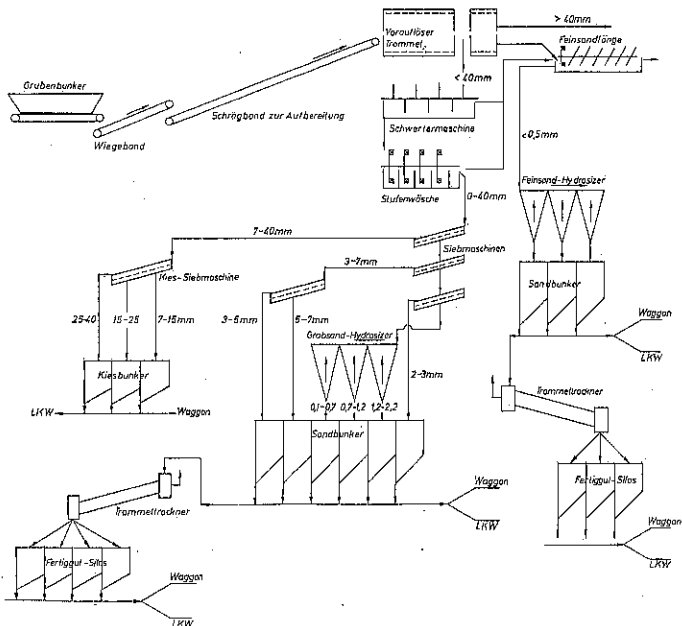


Abb. 5: Aufbereitungs-Stammbaum

Der Mineralbestand ist etwa 80% Quarzsand und 20% Kaolin. Abgebaut wird hier mittels Schaufelradbagger, welcher die selektive Ausschaltung nicht entsprechender Tonschichten erlaubt.

Der skizzierte Aufbereitungsstammbaum der Abb. 5 betrifft zwar die Sandaufbereitung aus einem Rohkaolin, die Verfahrensschritte lassen sich jedoch prinzipiell auf jeden tonmineralhaltigen Sandrohstoff übertragen. Gegebenenfalls wird auf die gesonderte Siebung der Kiesfraktionen größer 2 mm bei manchen Lagerstätten zu verzichten sein.

Als 1. Stufe der Aufbereitung eines Quarzsandes erfolgt die Läuterung und Attrition unter Zuführung von Wasser in Trommel und Schwertermaschinen. Die an den Quarzkörnern anhaftenden feinen, tonigen Stoffe, oft auch gelbe Eisenoxide, werden im intensiven Rührvorgang der Maschinen (Abb. 6) entfernt und in die Wasserphase gebracht. In der Stufenwäsche wird größerer Quarzsand ausgetragen und der Naßsiegung zugeführt. Feine Quarzsande sammeln sich in Feinsandfängen, alternativ kann hier auch ein Hydrozyklon eingesetzt werden. Der Feinsand wird direkt zur Aufstromklassierung geführt. Das mit Ton belastete Waschwasser geht als Überlauf aus dem Prozeßkreislauf.

Die 2. Stufe bildet die Siebklassierung durch Naßsiegung, wie in Abb. 7 gezeigt wird.

Mehrkammer-Aufstromklassierer vom Typ der sogenannten Hydrosizer (Abb. 8) werden als Achtkammerap-

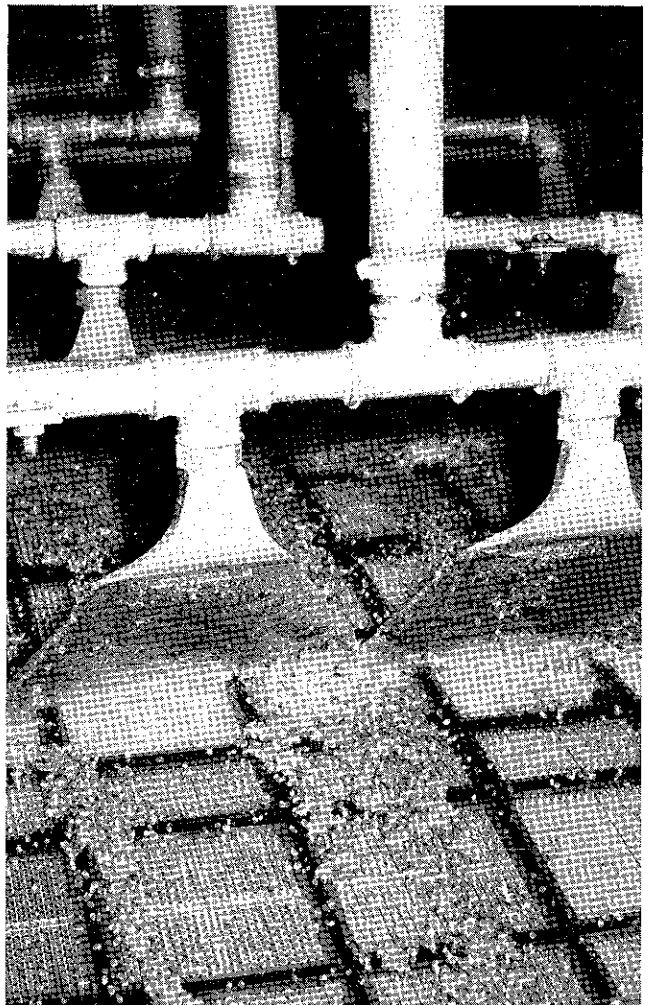


Abb. 7: Naßsiegung

parate gebaut. Die Quarzsandtrübe mit einem Kornband zwischen 0,06 und 2,5 mm, also in einem Bereich, wo die Naßsiegung großer Mengen praktisch schon versagt, wird am oberen Ende des Gerätes aufgegeben. Aufströmendes Wasser reguliert die Sedimentationsgeschwindigkeit der Quarkörner derart, daß in den Einzelkammern unterschiedliche Korngrößen anfallen und automatisch in entsprechende Entwässerungssilos oder Planfilter gelangen.

Der nunmehr in beliebigen Kornabstufungen klassierte Quarzsand wird in Trommeltrocknern der verschiedensten Bauarten getrocknet. Getrocknete rieselfähige Quarzsande können durch Siebung weiter in sehr engen

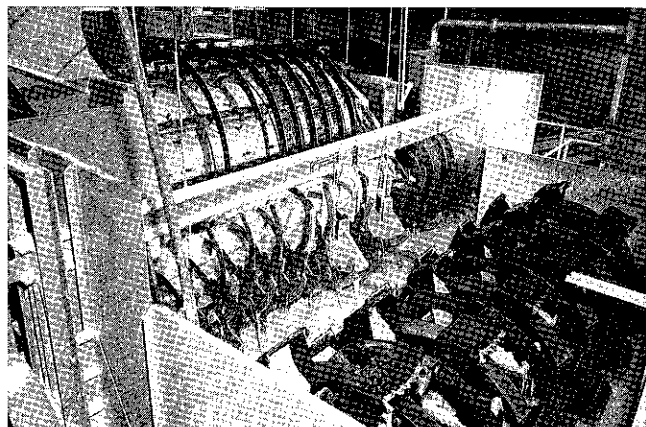


Abb. 6: Vorräuflöser und Schwertermaschine

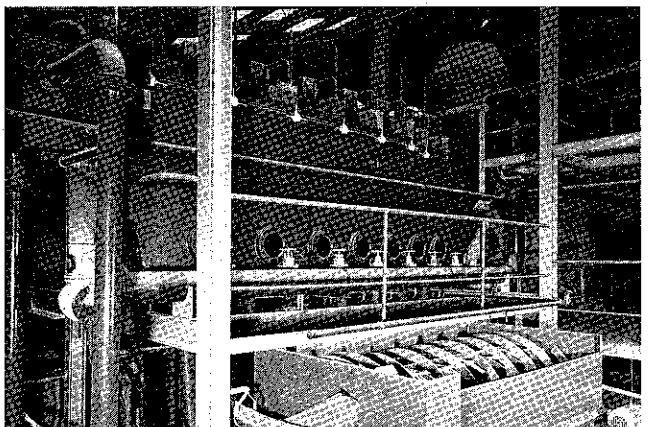


Abb. 8: Aufstromklassierer

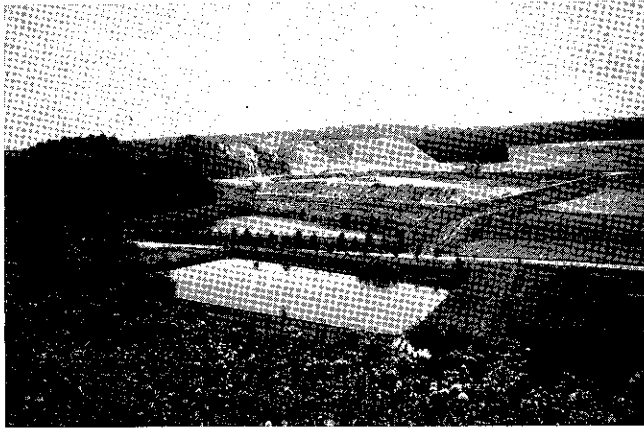


Abb. 9: Abraumhalde, Klärbecken und Rekultivierung

Korngruppen hergestellt werden. Einen hohen Aufwand erfordern anschließend die Verlade- und Absackeinrichtungen.

Am Rande der eigentlichen Quarzsandaufbereitung erweist sich die Klärung des Waschwassers als zusätzliche kostenaufwendige Maßnahme. Gleichermassen kostenwirksam wird auch die Abraum- und Schlammabfuhr sowie die Renaturierung von Haldenflächen und ausgebeuteten Grubenteilen.

Abb. 9 zeigt eine großflächige Wasserklärung in einer in der Rekultivierungsphase stehenden Abraumhalde.

Wenn man vom problematischen Komplex der Frachtbelastung eines unter großen Kosten hergestellten Quarzrohstoffes absieht, bestimmt im hohen Maße der jeweilige Anwendungszweck den Aufwand für technische Aufbereitungsverfahren.

5. Anwendung

Von den jährlich im Inland verbrauchten annähernd 300 Mio/t Sand- und Kiesmaterial, welches zu 95 % in das Bauwesen geht, wird nur ein geringer Bruchteil von einigen Mio/t in der besprochenen Weise aufbereitet.

Die wichtigsten Anwenderindustrien außerhalb der Bauindustrie im weiteren Sinne sind die Glas-, Keramik-, Gießerei-, Chemie-, Farben- und Kunststoffindustrie.

In den Sportplatznormen der DIN 18035, in den Vorschriften des DFB und den Empfehlungen erfahrener Rasen-

baufirmen werden die Richtlinien für Qualitätsanforderungen der Vegetationstechnik erläutert.

6. Schlußbemerkungen

Bei der Sand- und Kiesgewinnung handelt es sich in den meisten Fällen um den „klassischen Eigentümerbergbau“. Da es im öffentlichen Interesse liegt, mit dem unvermehrten Grund und Boden sparsam umzugehen, wird vor der Sandgewinnung zu prüfen sein, ob nicht andere Nutzungsansprüche vorliegen. Es sind dies vorwiegend Siedlungsflächen, ökologische Vorrangflächen und Trinkwasserschutzgebiete. Technische Aufbereitungsverfahren erlauben die fast vollständige Ausnutzung des Inhaltes vorhandener Lagerstätten und die Erreichung der notwendigen Qualitätskriterien von Quarzsanden. Im allgemeinen erfüllen Rohsande nicht die Anforderungen, die an Rasenbausande zu stellen sind.

Empirische Erfahrungen mit Quarzsanden beim Einsatz zur Rasenbehandlung sind zahlreich. Eine umfangreiche Aufgabe scheint die Klärung der effektiven Wirkungsweise von Quarzsand in den Vegetationsschichten zu ergeben. Damit sind Fragen nach Beeinflussung des komplizierten Stoffwechselmechanismus einer Rasentragschicht durch Quarzsande und die Reaktivität des Quarzes mit Bodenlösungen und Organismen angesprochen.

Literatur

DELLER, B., 1985: Sand als Baustoff In der Vegetationstechnik — Rasen-Turf-Gazon, 16, 105—111

DINGETHAL, F. J., JÜRGING, P., KAULE, G., WEINZIERL, W., 1985: Kiesgrube und Landschaft — 2. Aufl. Verl. Paul Parey, Hamburg und Berlin

WEISS, R., 1976: Der Rohstoff Quarz und seine Aufbereitung, Handbuch der Keramik — Verlag Schmid, Freiburg i. Brg.

Bildernachweis

Abb. 1: Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie, Paul Enke Verlag

Abb. 2: Firmenschrift der Quarzwerke Frechen

Abb. 3: Geologisches Bundesamt, Hannover

Abb. 4—9: Werkphotos der Fa. Ed. Kick, Schnaittenbach

Verfasser: Dr. M. WENINGER, ED. KICK, Kaolin- und Quarzsandwerke, 8454 Schnaittenbach

Sonderbegrünung extremer Standorte (Haldenbegrünung) — Aus der Sicht der möglichen Bodenhilfsstoffe —*)

H. Prün, Limburgerhof

Zusammenfassung

Bodenhilfsstoffe im Sinne des Düngemittelgesetzes sollen und können Böden biotisch, chemisch oder physikalisch so beeinflussen, daß die Struktur des Bodens und der Wasserhaushalt verbessert und das Bodenleben bzw. die Stoffumwandlungsprozesse gefördert werden. Nach vorliegenden Erfahrungen führt die problembezogene gezielte Anwendung von Bodenhilfsstoffen in-

A special green cover on extreme sites — from the point of view of substances feasible for soil improvement

Summary

Substances for soil improvement in the meaning of the fertilizer law should and can influence soils biotically, chemically and physically to such an extent that an improvement of the soil structure and the water balance is the result, combined with a more vigorous life in the soil and a better conversion of the substances. As experience indicates, the specific application of substances for soil improvement, geared to the problem concerned, will succeed even on

Implantation de verdure en station extrême par rapport à l'utilisation de conditionneurs du sol

Résumé

Conforme à la loi sur les matières fertilisantes les conditionneurs additionnés au sol doivent et peuvent influencer ses propriétés par une action biologique, chimique ou physique de manière à améliorer la structure et le comportement hydrique du sol, ainsi qu'à favoriser la vie microbienne voire les processus de transformation. D'après les connaissances actuelles l'emploi de conditionneurs adaptés dans le cadre des opérations d'implantation donne même sous des conditions extrêmes des bons résultats permanents. Il est alors important de posséder des

*) Vortrag anlässlich des 55. Rasenseminars der Deutschen Rasengesellschaft e.V. in Gifhorn

nerhalb von Begrünungsverfahren auch auf extremen Standorten zu meßbaren Anfangs- und Dauererfolgen.

Wichtig ist dabei die genaue Kenntnis der Problemfaktoren wie Bodeneigenschaften, Salz- oder Schwermetallbelastung oder Klimaeinflüsse. Die Mittel müssen nach Art, Menge und Anwendungsmodi entsprechend ihrer Eigenschaften und Wirkungen auf die Probleme abgestimmt werden; Mittelkenntnis ist daher erforderlich.

Neben mehr oder weniger neuen Stoffen sind Standard-Produkte und -Verfahren bekannt. Von letzteren gibt es umfangreiche Erfahrungen und absichernde wissenschaftliche Detailuntersuchungen. Als Beispiele werden Silikat-Kolloid („Agrosil“) und offenzelliger organisch-synthetischer Harzschaum („Hygromull“/„Hygropor“) dokumentiert.

extreme sites initially and permanently. This success can be measured.

It is important in this context to know exactly the problem factors, such as soil properties, quantity of salt and heavy metals in the soil and climatic influences. With regard to the substances used, type, quantity and mode of application in correspondence with their properties and their effect should be geared to the problems concerned. The substances should be well known. There are more or less new substances, but standard products and procedures are also known. Much experience and detailed scientific investigations are available concerning the latter. Examples, which have been documented, are silicat-colloid (Agrosil) and open cell organic synthetic resin foam (hygromull/hygropor).

notions précises sur les facteurs originaux du problème en question, tels que propriétés du sol, charge en sels ou en métaux lourds ou influences du climat. Les produits utilisés doivent être adaptés en fonction de leur propriétés et leur actions par le type, le dosage et le mode d'application à chaque situation particulière. Ceci demande des connaissances exactes sur les caractéristiques des produits.

En dehors des matières plus ou moins récentes, on dispose d'une gamme de produits standard et de procédés classiques faisant l'objet d'une large expérience pratique et de nombreuses publications scientifiques détaillées. Un colloïde silicaté (Agrosil) et une mousse organo-synthétique à base de résines (Hygromull/Hygropor) sont décrits ci-dessus à titre d'exemples.

Einleitung

Die Begrünung extremer Standorte ist bereits an anderen Stellen in verschiedenster Weise beschrieben worden (Begemann, in Pflug, Ingenieurbio-logie, 1985; Rümmler, 1980 und 1978; Schiechl, Sicherungsarbeiten im Landschaftsbau, 1973; Sauer und Skirde, 1973; Schlüter, Lebendbau, 1971; Skirde, 1971, 1969; Lebender Baustoff Pflanze, Callwey, 1971).

So geben Schlüter (1971) und Schiechl (1973) umfangreiche Übersichten über Bodenhilfsstoffe (Bodenverbesserungsmittel, Zuschlagstoffe) und daraus entwickelte Verfahren für die Begrünung von Standorten, auch extremer Schwierigkeitsgrade. Neben Tonen und Lehmen, Schaumlava, Bims und Hydrosilikaten („Agrosil“) werden auch organische Stoffe natürlicher und synthetischer Herkunft erwähnt wie Torf und Torfprodukte, Komposte und Erden, Alginate und Schaumstoffe. Die Gruppe der „Kleber“ (Bindemittel) wird gesondert aufgeführt; sie umfaßt Bitumen-, Kunststoff- und Thallöl-Emulsionen bzw. -Dispersionen und Leime. Darüber hinaus werden Mulchstoffe auf Basis verschiedener Natur- und Hilfsstoffe dargestellt.

Einige der Mittel und Verfahren werden heute nicht mehr oder nur mit Einschränkung angewendet. Andere Stoffe und Anwendungen sind neu hinzugekommen (Habegger, 1985; Reist, 1983) oder können als Abwandlungen bekannter Prinzipien aufgefaßt werden (Friedrich, 1985). Produkte und Arbeitsweisen auf Basis von Rückständen der Arzneimittel-Produktion sind in der Literatur beschrieben (Naschberger und Köck, 1983), sind aber als Düngemittel in Deutschland gemäß Düngemittelgesetz verboten (Das Düngemittelrecht, 1985); als Bodenhilfsstoffe besitzen sie eine Ausnahmegenehmigung, über deren zeitliche und materielle Gültigkeit der Anwender sich vergewissern sollte.

Begriffe

Zur heutigen Behandlungen dieses Themas werden aus der Sicht der möglichen Bodenhilfsstoffe folgende extreme Standort-Einteilungen vorgenommen:

1. Extreme Bodenarten
 - zu bindig (zu „schwer“)
 - zu wenig bindig (zu „leicht“)
2. Salzbelastung zu hoch, unabhängig von den Entstehungsursachen, wie klimatische, geologische, maritime, anthropogene Einflüsse
3. Schwermetallbelastung unabhängig von ihrer Entstehung wie Ablagerungen, Bodeneigenschaften

4. Klima-Einflüsse

- trocken/heiße (aride) Klimabedingungen
- feucht/kalte (arktisch- bzw. alpin-humide) Klimabedingungen.

Bei den Bodenhilfsstoffen handelt es sich definitionsgemäß um „Stoffe ohne wesentlichen Nährstoffgehalt, die den Boden biotisch, chemisch oder physikalisch beeinflussen, um seinen Zustand oder die Wirksamkeit von Düngemitteln zu verbessern, insbesondere Bodenimpfmittel, Bodenkrümler, Bodenstabilisatoren, Gesteinsmehle“. Kennzeichnung dieser Stoffe durch Rechtsverordnung ist vorgeschrieben (Das Düngemittelrecht, 1985).

Bei den Bodenhilfsstoffen wird als Bodenbeeinflussung beispielsweise „die Förderung des Bodenlebens, eine Verbesserung der chemischen Prozesse im Boden, der Struktur des Bodens oder des Wasserhaushalts“ verstanden.

Bodenhilfsstoffe werden von den Naturstoffen einerseits und von Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln andererseits unterschieden. Abfallstoffe werden gesetzlich gesondert behandelt, z. B. im Abfallbeseitigungsgesetz.

Die nachstehend beismäßig behandelten Bodenhilfsstoffe Silikat-Kolloid (Agrosil) und offenzelliger organisch-synthetischer Harzschaum (Hygromull) werden nicht nur in Firmenschriften herausgestellt, sondern sind für die beschriebenen Verwendungszwecke einschließlich der Begrünung von Mülldeponien langjährig bewährt und insbesondere wissenschaftlich und auf breiter Basis erforscht und abgesichert.

Silikat-Kolloid-System Agrosil LR

1. Stoffbeschreibung

Anorganisches, reversibel lösliches Kolloid auf Basis teilentwässerten Polysilikats mit flockendem Elektrolyt-System (Phosphat-Sulfat) und organischem Alterungsverzögerer. Das im Handel befindliche Produkt ist fest, granuliert, streufähig. Lieferung in Polyäthylen-Säcken (Übersicht 1).

2. Anwendung

Nach dem Aufbringen auf die Problemflächen ist Vermischen mit dem Boden günstig. Dies geschieht auf unbewachsenen Böden entweder durch Einwässern (Hydrosaattechnik, Beregnung, Niederschläge) oder Einarbeiten (z. B. mit Spatenmaschine, Fräse) auf normalerweise 5–10 cm Bodentiefe, in besonderen Fällen auch tiefer, z. B. 30–40 cm, z. B. für Gehölze.

Übersicht 1

Silikat-Kolloid-System Agrosil^R LR

Bodenhilfsstoff nach Düngemittelgesetz
Zuschlagstoff (DIN 18035/4)

Streufähiges, dispergierbares Silikat-Kolloid (reversibel)
bildet mit Wasser Silikat-Gele und Silikat-Sole

Inhaltsstoffe: Natriumhydrosilikat,
Elektrolyte (Phosphat, Sulfat)
Alterungsverzögerer

- Poröse Gele mit Oberflächenaktivität bieten Speicherkraft für Wasser und gelöste Nährstoffe, verengen Bodenporen, puffern sorptiv Salze ab, verringern so osmotischen Wert (wichtig bei Trockenheit), vernetzen Bodenteilchen, zusammen mit organischen und anorganischen Komplexbildern
- Organisch-mineralische Mischgele mit N-haltiger organischer Substanz führen zu jahrelanger Reversibilität.
- Niedermolekulare Sole sind beweglich und chemisch aktiv, optimieren Ionen-Aktivität der Bodenlösung, schützen Phosphat vor Festlegung, binden Schwermetallionen.
- Phosphatwanderung stimuliert Wurzelwachstum
- Vernetzung von Bodenteilchen zu größeren Aggregaten (Krümel)

Wirkungsdauer im Landschaftsbau: 3—5 Jahre; Nachwirkungen auch > 14 Jahre
Aufwandmengen: 10—15 kg/a

Übersicht 2

Offenzelliger organisch-synthetischer Harzschaum Hygromull^R

Bodenhilfsstoff nach Düngemittel-Gesetz
Zuschlagstoff (DIN 18035/4)

Basis: organisch-synthetischer Harzschaum aus modifiziertem Carbamid-Methanal-Kondensationsprodukt

- Offene Zellstruktur
ca. 30 % C und ca. 30 % N bezogen auf TS; C : N = 1 : 1
- Natürlicher Abbau über Jahrzehnte unter Wasseraufnahme bei gleichzeitigem Einfluß von pH-Wert, Feuchtigkeit, Temperatur
- Kein O₂-Verbrauch im Boden

Spuren von Methanal: Bindung an Nährstoffe, Tonteilchen und organische Substanz: Endoxidation zu ‚Kohlensäure-Gas‘ und Wasser.

Eigenschaften und Wirkung:

- Langsame Erstbefeuchtung
- Rasche Wiederbenetzung
- Geringe Schrumpfung im Boden-/Substratgemisch
- Erhöhtes Porenvolumen
- Verbesserter Luft- und Wasserhaushalt
- Stimuliert Wurzelwachstum
- Wirkt salzverdünnend
- Aufbau organischer Substanz zu stabilem Humus

Wirkungsdauer: theoretisch 25—33 Jahre, nachgewiesen: > 11 Jahre

Aufwandmengen: für Böden: 1,5—2,5 m³/Ar Entnahmemenge
für Substrate: bis zu 50 Volumen-%

Auf bewachsenem Boden sind nach dem Ausstreuen reichliche Wassergaben oder Niederschläge für die optimale Wirkung und schnellen Wirkungseintritt des Agrosils vorteilhaft, andernfalls sich die Wirkung verzögert einstellt.

3. Wirkungsmechanismus

Die Wirkung im Boden vollzieht sich unter Wasseraufnahme durch Bildung von Silikat-Gelen und Silikat-Solen im wesentlichen in folgenden Schritten: Boden-Akkumulation durch die Hydro-Silikatkomponenten; führt zur Porenverengung/Porenverfüllung; Boden-Krümelung durch das Elektrolyt-System; Bodengefüge-Stabilisierung durch Silikat-Kolloid in Verbindung mit Tonmineralien und organischen Bodenbestandteilen u. a. auch aus umgesetzter Pflanzenmasse (z. B. Wurzeln).

Das heißt: Silikat-Sole durchdringen das Bodengefüge und verbinden die Bodenteile zu größeren Aggregaten (Bodenkrümeln). Das Agrosil-Silikatsystem ist reversibel, d. h., bei Feuchte herrschen die Silikat-Sole vor, bei Trockenheit entwässern diese zu Gelen. Letztere besitzen ein Optimum im pH-Bereich von 5,5—7,2.

4. Wirkung auf die Bodeneigenschaften

Direkte Bodenverbesserung

- Verbesserte Wasserkapazität durch Mikroporen im Silikat-Kolloid (Gebhard, 1972)
- Verbesserte Sorptionskapazität durch Silikat-Elektrolytssystem (Büring, 1969, 1971; Seifert, 1970)
 - bindet Wasser
 - bindet Nährstoffe (pflanzenaufnehmbar, einwaschungsgehemmt) (Gebhardt, 1972; Voronkov, 1975)
 - vermindert aktuelle Ionenkonzentration, verminderte Salzkonzentration (Büring et al, 1974; Büring, 1982)
- Erschließt Bodennährstoffe durch Austauschvorgänge bzw. Desorption, z. B. von P (Gebhardt, 1972; Voronkov, 1975)
- Verbessertes Bodengefüge: Poren-Umverteilung bei nur leicht erhöhtem Gesamtporen-Volumen (Gebhardt, 1972).
- Krümelbildung (Walter, 1974; Sayegh et al, 1982; Becher et al, 1984)
- Einbindung von Schwermetallen in Anwesenheit von Erdalkalien (Ca, Mg) gesteigert durch Phosphat (Leh, 1986; Rasp, 1978; Friedemann et al, 1979)

Indirekte Bodenverbesserung, u. a. als Folge der Krümelbildung:

- Verbesserte Wasserdurchlässigkeit, d. h. Ableitung von Überschußwasser (Kolb u. Trunk, 1984)
- Verbessertes Bodenleben, gemessen an Atmungsaktivität (Steubing u. Kneiding, 1975)
- Förderung von Knöllchenbakterien-Kolonien (Symbiose z. B. an Erlenwurzeln) (Büring und Prün, 1974)
- Verträglichkeit mit Mykorrhiza (Lebensgemeinschaft zwischen Wurzeln höherer Pflanzen und Pilzen) (Göbl, 1986)
- Tiefenwanderung von Phosphat (Bartels, 1972)
- Mögliche Wirkungsverzögerung (1 Jahr) (Becher et al, 1984; Bohle et al, 1972; Bartels, 1972; Schulze, 1973—77; Holst, 1973)
- Dauerwirkung (3—5 Jahre und länger) (Seifert, 1970)

Übersicht 3

Standortproblem: Boden zu bindig („zu schwer“)

Wirkung von Silikat-Kolloid	Wirkungs-Nachweis	
schafft mehr Mittel-Grobporen (Poren-Umverteilung) für mehr Luft verbessert Wasserableitung	Gebhardt, Rasp, Sayegh et al, Kolb et al,	1972 1981 1982 1984
Wirkung von offenzelligem Harzschaum	Wirkungs-Nachweis	
erhöht Porenvolumen verbessert Lufthaushalt, vermehrte pflanzenverfügbares Wasser, verringert Bodendichte	Rasp, Schulze, Sayegh et al, Riethus,	1972, 1981 1970—1973 1982 1977

Übersicht 4

Standortproblem: Boden zu wenig bindig („zu leicht“)

Wirkung von Silikat-Kolloid	Wirkungs-Nachweis	
verfüllt Grobporen vermehrte Feinporen für mehr Wasser	Bartels, Gebhardt, Schulze, Wiede,	1972 1972 1973—1977 1976
Wirkung von offenzelligem Harzschaum	Wirkungs-Nachweis	
erhöht Porenvolumen verbessert Wasserhaushalt, vermehrte pflanzenverfügbares Wasser,	Rasp, Eggelsmann, Sayegh et al,	1972 1972 1982

Übersicht 5

Standortproblem: „Salzbelastung zu hoch“

Wirkung von Silikat-Kolloid	Wirkungs-Nachweis	
Vermindert Salzbelastung durch: Sorptive Bindung an Silikat-Gele und an Bodenkomplex Unterstützende Wirkung durch: Kationenausgleich und Komplexbildner in Abhängigkeit von Standort-Problem/-Analyse	Seifert, Büiring et al, Büiring,	1970 1974 1982
Wirkung von offenzelligem Harzschaum	Wirkungs-Nachweis	
Verdünnungswirkung durch Aufnahme von gelösten Salzen in Hohlräumen des Schaumes, Schaffung salzverdünnter Zonen Desintegration des Bodengefüges: Salz wird nicht laufend ‚hochgepumpt‘, Keimförderung	Buchner et al, Pennigfeld et al Jung et al, Fritz, Riethus, Schams,	1969 1969 1979 1974, 1976 1974 1976

Übersicht 6

Standortproblem „Schwermetallbelastung zu hoch“

Wirkung von Silikat-Kolloid	Wirkungs-Nachweis
Teils sorptive Bindung	Clements et al, 1967*
teils chemische, irreversible Bindung	Jones et al, 1967*
Begleitend: Maßnahmen zur pH-Wert-Regulierung, P-Ausgleich, Ca, Mg u. a.	Okuda et al, 1961* Vlamiš et al, 1967* Rasp, 1978 Friedemann et al. 1979
Verträglichkeitsförderung in der Pflanze Regulativ an Wurzeln	Leh, 1986 * zitiert nach Voronkov, 1975
Wirkung von offenzelligem Harzschaum	Wirkungs-Nachweis
Verdünnungswirkung	Rasp, 1978
Schwermetallaufnahme in Pflanzen wird herabgesetzt	Büring, 1974 Prün, 1974 Fritz, 1974

Übersicht 7

Standortproblem „Klima zu trocken — heiß“

Wirkung von Silikat-Kolloid	Wirkungs-Nachweis
Trockenheits-Widerstand nimmt zu	Street et al, 1981
Welke-Neigung nimmt ab	Skirde, 1973
Keimrate nimmt zu	Mounir, Libyen (1970)
Ertragsbildung gefördert	Fritz, Tunesien, 1976
Einlagerung von Silikat, ... in Epidermiszellen	Street et al, 1981 Germar, 1934* Jones et al, 1967* Yoshida, 1965* * zitiert nach Voronkov, 1975
Einlagerung von Mineralstoffen gefördert (Verdunstungsschutz)	Vetter, et al, 1972 Rasp, 1981
Wirkung von offenzelligem Harzschaum	Wirkungs-Nachweis
Wasserkapazität vergrößert	Baumann, 1967
Ertragsbildung verbessert	Pennigfeld, 1968 Gröschel et al, 1970 Elani, 1972 Riethus, 1974, 1977 Fritz 1976 Sayegh et al, 1982

Übersicht 8

Standortproblem „Klima zu kalt“

Wirkung von Silikat-Kolloid	Wirkungs-Nachweis
Fördert Wachstum	Köck et al, 1982
fördert Bodenleben (CO ₂ -Produktion) verlängert Assimilationszeit	Steubing et al, 1975 Steubing et al, 1975
Nährstoff-Aufnahme gefördert (mehr Phosphat, Kontakt-Aufnahme)	Steubing et al, 1975
Reservestoffe der Pflanze vermehrt (Rohfaser, Protein)	Steubing et al, 1975
Auswinterung vermindert	Steubing et al, 1975

5. Wirkungen auf die Pflanzen

Wachstum, allgemein verbessert; auf extremen Standorten; meist visuell sichtbar; Erträge erhöht (Büring, 1969, 1974; Seifert, 1970; Skirde, 1970, 71, 82; Bartels, 1972; Bohle et al, 1972; Vetter et al, 1972; Sauer et al, 1973; Fritz, 1974; Walter et al, 1974; Prün, 1974, 75; Steubing et al, 1975; Möller, 1976; Fritz 1976; Sakr et al, 1978; Drach, 1976; Street et al, 1981; Kolb et al, 1984; Leh, 1986)

Wurzelwachstum nach Dichte und Tiefe wird meßbar verbessert (Skirde, 1971; Bohle et al, 1972; Holst, 1973; Fritz, 1974; Möller, 1976)

Pflanzeninhaltsstoffe werden vermehrt eingelagert, z. B. mineralische wie Si, P, K, Na, Mg, CA, N (Vetter et al, 1972; Steubing et al, 1975; Rasp, 1981; Street et al, 1981) z. B. organische wie Rohfaser, Proteine (Steubing et al, 1975)

Wasserverbrauch wird vermindert, vermutlich durch Einlagerung in Epidermiszellen (Skirde, 1971; Street et al, 1981; Germar, 1934; Jones et al, 1967; Yoshida, 1965)

Erhöhte Resistenz gegen Pilzkrankheiten vermutlich durch „härtere“ Blätter (Knickmann, 1962 u. a.)

Erhöhte Resistenz gegen Bakterienkrankheiten, vermutlich durch Inkrustierung der befallenen Zellen (Noll, 1943).

Offenzelliger organisch-synthetischer Harzschaum

Hygromull

1. Stoffbeschreibung

Mittels Druckluft expandierter, vorwiegend offenzelliger Harzschaum, organisch-synthetische Kohlenstoff-Verbindung mit wasserhaltenden Eigenschaften und geringer Austauschkapazität. Basis: Carbamid-Methanal-Kondensationsprodukt; Hartschaum. Abbaubar in langjährigem Umwandlungsprozeß. — Im Handel: Schaumstoff-Flocken in Polyäthylensäcken mit 150 l Entnahmemenge. Raumgewicht: 22 kg/m³, bezogen auf wasserfreie unverflockte Substanz. Übersicht 2.

2. Anwendung

Die Schaumstoff-Flocken werden in 1,5—2,5 cm dicker Schicht ausgebreitet und unmittelbar danach mittels Spatenmaschine oder Fräse auf 10—15 cm Tiefe in den Boden eingearbeitet. Gegen Windverwehung mit Wasser in den Säcken beschwerbar; trotzdem sofort in den Boden einmischen. Wasser- und Nährstoffgaben problembezogen empfehlenswert. — In der Praxis hat sich für „leichte“ Böden die Anwendung von Hygromull-Flockenware durchgesetzt. Für sehr bindige Böden wird ein Flockengemisch aus „Hygromull“ und „Styromull“, das unter der Warenbezeichnung Hygropor® 73 im Handel ist, bevorzugt. Styromull® ist hierbei eine nicht wasserspeichernde, durchlüftend wirkende Schaumstoff-Komponente aus Polystyrol.

Das maschinelle Begrünungsverfahren nach Fischer et al, 1969 wird heute praktisch nicht mehr ausgeübt; es verlangte einige apparative Änderungen an den Begrünungsgeräten (langsamere Umdrehungszahlen) und griff auf Haufenware vom Raumgewicht (Dichte) 12 zurück.

3. Wirkungsmechanismus

Hygromull bzw. Hygropor wirken auf den Boden auf verschiedene Weise. Zum einen werden die bodenphysikalischen Eigenschaften verbessert: Das Porenvolumen wird optimiert, wodurch die Menge an pflanzenverfügbarem Wasser sich erhöht und gleichzeitig die Durchlüftung des Bodens verbessert wird.

Enthalten die Böden auf Grund der Zunahme der Was-

serkapazität mehr Wasser, so verringert sich eine eventuell vorhandene Salzbelastung. Außerdem stellen die Hygromull-Flocken Partikel mit vermindertem Salzgehalt dar.

Zum anderen dienen die C- und N-reichen Umwandlungsstoffe des Hygromulls dem Aufbau von dauerhaften Humusformen. Hierdurch wird die langjährige Wirkungsdauer begründet.

Die Schaumstoff-Flocken sind weiß und können einige Zeit nach der Einarbeitung visuell im Boden wahrgenommen werden. Sie nehmen jedoch in einigen Wochen bis Monaten durch Anlagerung von färbenden Substanzen der Bodenlösung (Fe- und Mn-Salze, Humate, Tonteilchen) Bodenfarbe an.

Die Wasseraufnahme erfolgt zunächst langsam, bei Wiederholung sehr schnell.

4. Wirkung auf die Bodeneigenschaften

— Verbesserte Wasserkapazität (Baumann, 1967; Werminghausen, 1967; Will, 1968; Buchner et al, 1969; Maier, 1970; Schulze, 1970—1973; Eggelsmann, 1972)

— Erhöhtes Porenvolumen und pflanzenverfügbares Bodenwasser (Rasp, 1972, 1982; Eggelsmann, 1972)

— verminderte Bodendichte, Lockerungseffekt, Unterbrechung der Kapillarität, verbesserte Luftführung (Rasp, 1972; Penningsfeld et al, 1968; Riethus, 1974)

— Geringe Kapillarität (Prün, 1975; zit. n. Kullmann, 1972)

— Schafft salzverdünnte Zonen (Jung et al, 1979)

— Ableitung von Überschußwasser (Kowald, 1968; Prün, 1971)

— Verbesserte Phosphat-Aufnahme (Sayegh, 1982)

— Verbesserte Stickstoff-Ausnutzung (Di Dio, 1972; Ansonge et al, 1972; Kullmann, 1972)

— Dauerwirkung (Buchner et al, 1969; Skirde 1982; Franken 1983)

— Aufbau organischer Substanz (Schulze, 1970—1973; Prün, 1986)

5. Wirkung auf Pflanzen

Wachstum, allgemein verbessert; meist auch visuell sichtbar, Erträge erhöht, Deckungsgrad bei Begrünungen erhöht (Baumann, 1967; Will, 1968; Prün, 1970, 1975; Skirde, 1971, 1974, 1982, 1983; Defloor, 1971; Eggelsmann, 1972; Elani, 1972; Rasp, 1972, 1982; Drach, 1976; Fritz, 1976; Reuß, 1976)

Wurzelwachstum verbessert (Prün, 1969, 1971; Will, 1973; Fritz, 1974, 1976)

Pflanzeninhaltsstoffe vermehrt eingelagert (Rasp, 1972, 1982; Skirde, 1982)

Schwermetalle verringert aufgenommen (Rasp, 1978)

Literatur

ANSORGE, H., JAUERT, R., BRETERNITZ, R. und SIMON, J. (1972). Untersuchungen über die Wirkung der Mineraldüngung bei Einsatz von synthetischen Bodenverbesserungsmitteln, Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, 16, 445—456.

BAUMANN, H. (1967). Plastoponik, Hüthing-Verlag, Heidelberg.

BARTELS, R. (1972). Synthetische Bodenverbesserungsmittel auf tiefgepflügten Heidepodsolon, Mitteilungen Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft, 15, 247—251.

BECHER, H.H. und WOYTEK, R. (1984). Einfluß einiger aggregierender Substanzen auf die Aggregatstabilität humusarmer Böden, Z. f. Kulturtechnik und Flurbereinigung, 25, 46—53.

BEGEMANN, W. (1985). In: W. PFLUG, Ingenieurbiologie, Aachen.

BELGER, E.U. (1983). Möglichkeiten chem.-physik. Bodenverbesserung bei Rasenflächen, Rasen-Turf-Gazon, 14, 82—89.

BOHLE, H. und HOLST, P. (1972). Standorts- und Ertragsbeeinflussung durch Einsatz von Agrosil auf Heidepodsolon Schleswig-Holsteins, Landw. Forschung, 28/I. Sonderheft, 347—352.

BÜRING, W. (1969). Wirkungsweise und Anwendungsmöglichkeit von Agrosil, Rasen und Rasengräser, H. 6, 78—83.

- BÜRING, W. (1971). Standortverbesserung mit Agrosil bei unterschiedlichen Aufgabenstellungen, Lebender Baustoff — Pflanze, BDGA-Seminar, Callweg München 11, 76—81.
- BÜRING, W. (1974). Möglichkeiten der chemischen und physikalischen Bodenverbesserung, Das Gartenamt, 23, H. 5, 278—281.
- BÜRING, W. (1982). Bodenvorbereitung und Bodenverbesserung für Bäume im Innerstädtischen Bereich, Das Gartenamt, 31, 659—667.
- BÜRING, W. und PRÜN, H. (1974). L'amélioration des sols avec Agrosil, Informations agricoles BASF, 3—6.
- BUCHNER, A., JUNG, J., WEISSER, P. und WILL, H. (1969). Anwendung und Wirkung des Bodenverbesserungsmittels Hygromull, Landw. Forschung, Bd. 22, H. 2, 94—99.
- DEFLOOR, K. (1971). Resultats d'Experimentations avec l'Hygromull en Allemagne et en Belgique, Seminaires d'Horticulture Scientifique, Gembloux, p. 1—5.
- DI DIO, P. (1972). Anwendung von Harnstoff-Formaldehydharz-Schaumstoff zur Bodenverbesserung, 2. Congress Chemistry In Agriculture, Preßburg/Bratislava, 27.—30.6.1972.
- DRACH, M. (1976). Möglichkeiten der Chlorosebekämpfung durch Bodenverbesserung mit Hygromull und Agrosil, Der Deutsche Weinbau, H. 15.
- EGGELSMANN, R. (1972). Versuche mit Torf und Hygromull bei der Begrünung steriler Sandböden, Mitteilungen Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft, 15, 171—180.
- ELANI, A. (1972). Hygromull for efficient irrigations, Is. Agricult. Journal, Vol. 52, Nr. 9, 135—137.
- FISCHER, M., SCHEUERMANN, H., KLAASSEN, H. und LENZ, J. (1969). Verfahren zum Begrünen von Böden und Rückstandsdeponien durch Aufbringen schaumförmiger Harnstoffharze und von Pflanzensamen oder Pflanzenstecklingen, DP 1279998.
- FRANKEN, H., (1977). Tragschichteneigenschaften und Wurzelentwicklung bei Verwendung von Zuschlagstoffen, Rasen-Turf-Gazon 8, 76—81.
- FRANKEN, H. (1983). Zur Wirkungsdauer synthetischer Bodenverbesserungsmittel, Rasen-Turf-Gazon, 14, 79—82.
- FRANKEN, H. (1985). Einfluß verschiedener Bodeneigenschaften auf die botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände, Rasen-Turf-Gazon, 16, 57—60.
- FRIEDEMANN und PESCH (1979). Entgiftung von Cadmium-belastetem Neckarschlamm (Versuchsergebnisse), Mitteilung vom 27. 11. 1979.
- FRIEDRICH, Gebr. (1985). Firmenschriften.
- FRITZ, A. (1974). Meilleure utilisation des eaux de pluie dans les zones arides grâce aux produits d'amélioration des sols, (engl., franz., span.), BASF-Mitteilungen für den Landbau, 6/74.
- FRITZ, A. (1976). Better Utilization of Natural Rainfall in arid Regions through the Use of Soil Conditioners, Natural Resources and Development Vol. 4, 103—111.
- GEBHARDT, H. (1972). Physikalische und chemische Wirkung von Bodenverbesserungsmitteln auf Kieselsäurebasis (Agrosil), Mitteilungen Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft, 15, 225—245.
- GERMAR, B. (1934). Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenk., A 35, 102; zitiert nach Voronkov et al (1975) a.a.O.
- GÖBL, (1986). Über den Einfluß von Silikat-Kolloid (Agrosil) auf die Mykorrhiza, Mündliche Mitteilung.
- JONES, L.H.P. und HANDRECK, K.A. (1967). Adv. Agron. 19, 107; zitiert nach Voronkov et al (1975) a.a.O.
- JUNG, J., EL FOULY, M.M. und HENJES, G. (1979). Effect of Urea-Formaldehyde (Hygromull) Foam on Germination and Seedling Growth Under High Salinity Conditions, Agrochimica, Vol. XXIII, Nr. 5—6, 307—313.
- HABEGGER, E. (1985). Alternative Baustoffe zum Sand im Sportrasenbau, Rasen-Turf-Gazon 16, H. 4, 114—120.
- HOLST, P. (1973). Veränderungen der Wasserkapazität auf Heldepodsohlen Schleswig-Holsteins durch Anwendung physikalisch-chemischer Bodenverbesserungsmittel und gleichzeitigem Einsatz von künstlicher Beregnung, Dissertation Kiel.
- KLUGE, G. und EMBERT, G., (1985). Das Düngemittelrecht mit fachlichen Erläuterungen, Münster-Hiltrup.
- KÖCK, L., HOLAUS, K. und WALCH, A., (1982). Einfluß von Agrosil auf Pflanzenbestand und Bodeneigenschaften von Skipisten. Z. f. Veg.-Technik 5, 99—105.
- KNICKMANN, E. (1962). Landwirtschaftliche Forschung, 15, 130ff.
- KOLB, W. und TRUNK, R., (1984). Zur Bodenverbesserung in Pflanz- und Rasenflächen, Taspo-Magazin, 4/84.
- KOWALD, R. (1968). Technische, hydraulische und bodenkundliche Probleme der Tonrohrdränung insbesondere in Marschgebieten, Habilitationsschrift, Gießen.
- KULLMANN, A. (1972). Synthetische Bodenverbesserungsmittel, VEB, Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- LEH, H.O. (1986). Möglichkeiten zur Verminderung der Pflanzenverfügbarkeit von Schwermetallen im Boden, Gesunde Pflanze, 38, H. 6, 246—256.
- MAIER, S. (1970). Über das physikalische Verhalten von Hygromull; Landw. Forschung, 25/I. Sonderheft XVIII, 14—20.
- MÖLLER, U. (1976). Agrosil zur Standortverbesserung bei Gehölzpflanzungen, Deutscher Gartenbau, 30, H. 23.
- MOUNIR, M. (1970). Germination, Seedling Vigorosity of Sunflower Plants and Physical Properties of Soil as affected by Agrosil and Irrigation Intervals. Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Tripoli, Libyan Arab. Republic, 43—50.
- NASCHBERGER, S. und KÖCK, L. (1983). Erfahrungen über die Wirkung von Biosol bei der Begrünung von Skipisten, Z. f. Vegetationstechnik 6, 33—36.
- NOLL, A. (1943). Zbql. Bakt. Parasitenk. Abt. 2, 106, 277. zitiert nach Voronkov (1975) a.a.O.
- PENNINGSFELD, F. und DEQUIN, K.E. (1968). Bewässerungsversuche mit Futterpflanzen in Tunesien, Bericht über 4jährige Versuche, Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft, 3, H. 2, 167—253.
- PRÜN, H. (1971). Bodenverbesserung mit Hygromull; Lebender Baustoff — Pflanze, BDGA-Seminar, Callweg, München, 11, 96—101.
- PRÜN, H. (1974). Soil improvement with silicate colloid Agrosil — a possibility for intensive cultivation, Agricultural news from BASF, 1/74, 8—10.
- PRÜN, H. (1975). Bodenphysikalische Einflußnahme auf Substrat- und Bodeneigenschaften durch Schaum- und Bodenwerkstoffe, Rasen-Turf-Gazon, 6, H. 2, 43—45.
- PRÜN, H. (1975). Synthetische Bodenverbesserungsmittel. In: Ullmanns Enzyklopädie der techn. Chemie, Bd. 10, Kap. 7, Stichwort: Düngemittel, 238—241.
- PRÜN, H. (1986). Eigene Beobachtungen am 9jährigen Versuch im Limburger Hof.
- RASP, H. (1972). Der Einfluß von Bodenverbesserungsmitteln auf Struktur und Ertragswirkung von gärtnerischen Böden und Substraten, Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde, 133, Bd., H. 1+2, 111—123.
- RASP, H. (1972). Der Einfluß von Bodenverbesserungsmitteln auf Struktur und Ertragsleistung von gärtnerischen Substraten bzw. Erden, Landwirtschaftliche Forschung, 28/I. Sonderheft, XXIV, 202—207.
- RASP, H. (1978). Schwermetallverfügbarkeit nach Klärschlammabreinigung bei kalkzehrender Bewirtschaftung anhand eines 3jährigen Karottenversuches. Landw. Forschung, Sonderheft 35, Kongreßb. 1978, 394—411.
- RASP, H. (1981). Der Einfluß von Natriumhydrosilikatkolloid auf Gesamtporenvolumen, Luftdurchlässigkeit sowie auf den Ertrag und den Nährstoffgehalt von Lolium perenne im Modellversuch, Landw. Forschung, Sonderheft 38, Kongreßb. 1981, 278—287.
- REIST, K. (1983). Neues Verfahren zur Skipistenbegrünung in Hochlagen, Der Gartenbau, H. 15, 623—634.
- REUSS, K. (1976). Wirkung und Wirtschaftlichkeit des Einsatzes synthetischer Begrünungshilfsmittel bei der mütterbodenlosen Begrünung von Böschungen, Dissertation, Braunschweig.
- RIETHUS, H. (1977). Possibilities of extensive and intensive vegetable growing in arid regions, Applied Sciences and Development, Vol. 10, 109—113.
- RÜMLER, R. (1978). Ingenieurbiologische Arbeitsweisen im Straßenbau. In: STREHL, H. (Hrsg.), Landschaftsgestaltung im Rahmen der Straßenplanung, FH Texte Fachhochschule Aachen 13, Aachen.
- RÜMLER, R. (1980/81). Ingenieurbiologische Arbeitsweisen im Straßenbau. In: Landschaftsverband Rheinland, Straße, Landschaft, Umwelt H. 3, 118—127.
- RÜMLER, R. (1982). Begrünung mit Rasen im Straßenbau, Rasen-Turf-Gazon, 13, 85—90.
- SAKR, R. und IMAM, M. (1978). Application of Agrosil LR and Superphosphate to a calcareous soil under different soil moisture tension, Arab. Development Journal for Science and Technology, 5—19.
- SAUER, G. und SKIRDE, W. (1973). Ökologische Versuche mit pflegearmen Rasen an Bundesautobahnen, Rasen 4, H. 3, 62—71.
- SAYEGH, A.H., OSMAN, A.M., HATTAR, B., BAASIRI, M., CHAUDHRY, M. und NIMEH, M. (1982). Effects of Hygromull and Agrosil on Crop Production on Two Lebanese Soils, Agrochimica, Vol. XXVI, N. 1, 22—30.
- SCHAMS, F. (1976). Untersuchungen über Möglichkeiten der Ertragssteigerung von Futterpflanzen auf Standorten mit Alkali- und Alkali-Salzböden im Iran. Dissertation, Gießen.
- SCHIECHTL, H.M. (1973). Sicherungsarbeiten im Landschaftsbau, Callweg, München.
- SCHLÜTER, U. (1971). Lebendbau, Callweg, München.
- SCHULZE, E. (1970—73, 1973—77). Wirkung synthetischer Bodenhilfsstoffe (Hygromull, Hygropor, Agrosil) auf Ertragsfähigkeit und Fruchtbarkeit von rekultivierten Lößböden (1. und 2. Mitteilung) Versuchsberichte, Manuskripte unveröffentlicht.
- SEIFERT, E. (1970). Zur Technologie einer kolloidchemischen Ergänzung extremer Bodensysteme, Mitteilungen, Leichtweißinstitut für Wasser- und Grundbau, Technische Universität, H. 25, Teil I und H. 27, Teil II, Braunschweig.
- SKIRDE, W. (1969). Grundlagen und Ergebnisse von Versuchen zur Begrünung extremer Flächen insbesondere von Abrauhalden, Kippen und Böschungen, Braunkohle, H. 2, 52—60.
- SKIRDE, W. (1969). Begrünung von Halden und Abraumflächen, Rasen und Rasengräser, H. 3, 66—74.
- SKIRDE, W. (1970). Über den Schutz von Rasenspleißfeldern vor Witterungseinflüssen, Sportstättenbau und Bäderanlagen, H. 4.
- SKIRDE, W. (1971). Bewurzelung der Rasendecke mit Belpispielen für Abhängigkeit und Beeinflussung, Rasen-Turf-Gazon, 2, H. 4, 112—115.
- SKIRDE, W. (1971). Entwicklung von Begrünungsansätzen auf extremen Standorten, Rasen-Turf-Gazon, H. 1, 18—21 und H. 2, 102—108.
- SKIRDE, W. (1973). Bodenmodifikation für Rasensportflächen, Rasen-Turf-Gazon, 4, H. 3, 21—24.

SKIRDE, W. (1982). Nachwirkung von Zuschlagstoffen in oberbodenlosen Vegetationsschichten, Z. f. Vegetationstechnik, 5, 1—8.
 SKIRDE, W. (1983). Wirkung von Hygromull in oberbodenlosen Rasentragschichten, Z. f. Vegetationstechnik, 6, 75—83.
 STEUBING, L. und KNEIDING, U. (1975). Untersuchungen zur Rekultivierung von Grünland auf widerodierten Böden Islands, Berichte aus der Forschungsstelle Nedrl As, Hveragerdi, Nr. 21.
 STREET, J.R., HENDERLONG, P.R. und HIMES, F.L. (1981). The Effect of Silica Rates on the Growth, Silica Deposition and Water Absorption Among Three Turfgrass Species, Proc. Fourth Internat. Turfgrass Research Conference, Guelph/Canada, 259—266.
 VETTER, H. und FURCHTENICHT, K. (1972). Agrosilwirkung auf Marsch und Podsol, Landw. Forschung 28/l. Sonderheft, 340—346.
 VORONKOV, M.G., ZELCHAN, G.I. und LUKEVITZ, E. (1975). Silizium und Leben, Akademie-Verlag, Berlin.
 WALTER, B. und PETERMANN, E. (1974). Erfahrungen bei der Anwendung von Bodenverbesserungsmitteln wie Altpapier, Curasol, Hüls 801 und Agrosil und ihr Einfluß auf Boden und Rebenertrag, Weinberg und Keller 21., H. 12, 513—532.

WEISSER, P. (1969). Aufgaben der Landschaftspflege am Beispiel der Mülldeponie Flotzgrün, Natur und Landschaft, 44, Nr. 7, 176—179.
 WEISSER, P. (1973). Begrünung und Festlegung von Boden mit Hilfe von Kunststoffdispersionen, Polymeremulsionen und synthetischen Schaumstoffen, Bauen mit Kunststoffen, Carl Hanser Verlag, München.
 WERMINGHAUSEN, B. (1967). Hygromull, Die deutsche Gartenbauwirtschaft 15., H. 6, 124—129.
 WIEDE, K. (1976). Der Einfluß synthetischer Bodenverbesserungsmittel und mellorativer Maßnahmen auf die bodenphysikalischen Werte und die Erträge eines Graulehm-Pseudogleys unter Gras. Dissertation. Bonn.
 WILL, H. (1968/69). Die Wirkung von Hygromull als Bodenverbesserungsmittel, Landw. Forschung, 23/l. Sonderheft, 72 ff.
 YOSHIDA, S. (1965). Bull. Nat. Inst. Agr., Sci., B 15, 1; zitiert nach Voronkoff (1975) a.a.O.

Verfasser: Dr. HANS PRÜN, BASF Aktiengesellschaft, Landwirtschaftliche Versuchsstation, 6703 Limburgerhof

Begrünung extremer Standorte — aus Sicht der Saatgutmischungen*)

E. Lütke Entrup, Lippstadt

Engazonnement en stations extrêmes — par rapport aux mélanges de semences

Résumé

La végétation gazonnante ne fait pas seulement fonction de pelouse d'ornement répondant à un but esthétique, mais sert également de «matériaux de construction» à la prévention de l'érosion.

Les terrils, gravières, carrières et les terrains miniers qui par leur aspect peu attirant ne s'intègrent souvent que difficilement dans le paysage, peuvent être habillés d'une couverture végétale par un gazon faisant fonction de «matériaux de construction».

Les espèces de graminées et de trèfles qui en plus de leur effet de verdure possèdent des qualités stabilisantes au sens technique prennent en ce domaine une importance particulière.

La caractéristique des espèces en mentionne les excellentes qualités individuelles.

Les mélanges devront être effectués en fonction de l'engazonnement envisagé et des conditions de l'emplacement.

Les exemples des mélanges cités ci-dessus montrent qu'une association de végétaux permet de former par un bon ancrage racinaire une verdure anti-érosive en fonction des influences de l'environnement.

Establishing a green cover on extreme sites — from the point of view of seed mixtures

Summary

The grass forming a lawn does not only serve as an ornamental turf and for aesthetic purposes but it is also a basic material to prevent erosion.

The slopes, gravel pits, quarries and surface-mining areas not representing a good landscape picture, can be covered with a green grass cover.

In this respect those grass and clover varieties, which have, besides their effect to form a green cover, also a high "constructional" effect from an engineering-biological point of view are of special importance.

The characteristics of the varieties point to the excellent properties of the individual varieties.

Depending on the project of the green cover and the conditions related to the site, the varieties must be combined in such a way that the composition of well adapted mixtures is the result.

The examples of mixtures given are indications of how the plant society can establish, depending on environmental influences, a well imbedded green cover which will impede erosion.

Zusammenfassung

Das rasenbildende Gras dient nicht nur als Zierrasen und ästhetischen Zwecken, sondern auch als Baustoff, um Erosionen zu verhindern.

Die im Landschaftsbild oft wenig aspektvollen Halden, Kiesgruben, Steinbrüche und Tagebaugruben können mit dem „Baustoff“ Gras begrünt werden.

Den Gräser- und Kleearten, die neben dem Begrünungseffekt einen hohen „Verbauwert“ im ingenieurb biologischen Sinn haben, kommt hier besondere Bedeutung zu.

Die Arten-Charakteristik weist auf die vorzüglichen Eigenschaften der einzelnen Arten hin.

Je nach Begrünungsvorhaben und Standortbedingungen sind die Arten so zu kombinieren, daß angepaßte Mischungen zusammengesetzt werden können.

Die angeführten Mischungsbeispiele geben Anhaltspunkte dafür, wie die Pflanzengesellschaft in Abhängigkeit von Umwelteinflüssen eine erosionshemmende, gut verankernde Begrünung bilden kann.

Im heutigen modernen Lebensbereich sind Rasen und Begrünung zu einem festen Begriff geworden, auf den nicht verzichtet werden kann.

Die Rasengräser finden ihre Verwendung auf:

1. Garten und Zierflächen
2. Spiel- und Tummelflächen
3. Park- und öffentliche Grünanlagen
4. Sportstätten, Fußballfeldern, Golfplätzen, Tennisplätzen, Reit- und Grasrennbahnen
5. im technischen Bereich des Straßen- und Autobahnbau, auf Flugplätzen, Rastplätzen, Campingplätzen, an Böschungen, zur Deichbegrünung
6. zur Begrünung von Müllkippen, Berghalden und Deponien.

*) Vortrag anläßlich des 55. Rasenseminars der Deutschen Rasengesellschaft e.V. in Gifhorn.

Das rasenbildende Gras soll einerseits ästhetischen Zwecken und Anforderungen genügen, andererseits aber auch als Baustoff dienen, um den Boden festzulegen, damit Erosionen durch Wind und Wasser verhindert werden.

Die Technik im Bau von Straßen, Verkehrseinrichtungen und Küstenschutz sowie in der Landschaftsgestaltung vermag die schwierigsten Probleme zu lösen — ihr ständiger Begleiter bei diesen Maßnahmen ist das Rasengras.

Mehrere 100000 ha Gesamtgrünflächen sind deutlicher Beweis für die Anpassungsfähigkeit der Gräserarten und -sorten als Elemente ästhetischer Grünflächen und zum Schutz der Landschaft sowie zur Gestaltung unserer Umwelt. Weitere Aufgabenbereiche werden in Zukunft abzudecken sein, um besonders extreme Standorte landschaftsgestalterisch zu integrieren.

Wenn man in diesem Zusammenhang auch nur an die ca. 50000 Mülldeponien denkt, die nicht als gerade umweltfreundlich im Landschaftsbild zu bezeichnen sind, sowie an die große Zahl von Halden, Kiesgruben, Steinbrüchen und Tagebaugebieten, so ist die Graspflanze wiederum einer der Baustoffe, um devastierte Flächen und Wunden in der Landschaft zu beseitigen.

Von den vielen Bereichen, in denen rasenbildende Grasarten verwendet werden, sollen hier nur die extremen Standorte interessieren, auf denen neben dem Begrünungseffekt besonders der „Verbauwert“ im ingenieurbiologischen Sinn von Bedeutung ist.

Von den Gräsern werden bestimmte Eigenschaften gefordert, die unter dem Begriff „Verbauwert“ zusammengefaßt werden.

Pflug (1971) und Rümmler (1978) fassen den „Verbauwert“, der an die Rasen- und Begrünungsarten zu stellen ist, in 10 Punkten zusammen:

1. Hohe Keimfähigkeit des Saatgutes
2. Rasche Durchwurzelung des Bodens weitestreichend — tiefgründig — verankern
3. Bodenaufschluß und Nährstoffaneignung
4. Hohe Zugfestigkeit und Haltekraft
5. Gute Widerstandskraft bei Wassererosionen
6. Eine schuttstauende Wirkung der Einzelpflanzen
7. Regenerationsfähigkeit bei Überschüttung
8. Fähigkeit zur Bildung von Pflanzen durch Ausläufer
9. Anpassung an Trockenheit, Dürre und Nässe
10. Fähigkeit zur N-Symbiose bei Kleearten und Leguminosen.

Diesen Anforderungen an den „Baustoff Pflanze“ können Gräser allein nicht gerecht werden, da sie von Natur aus eine unterschiedliche Entwicklung haben. Daher sind in Mischkombinationen Kleearten und evtl. auch Kräuter einzubeziehen, die in Verbindung mit Gräsern diese Aufgabe erfüllen können.

Aus der Gruppe der Gräser kommen folgende Arten in Betracht:

- | | |
|-------------------------------|------------------------|
| 1. <i>Lolium perenne</i> | — Deutsches Weidelgras |
| 2. <i>Poa pratensis</i> | — Wiesenrispe |
| 3. <i>Festuca rubra rubra</i> | — Rotschwingel ausl. |
| 4. <i>Festuca rubra com.</i> | — Rotschwingel horstb. |
| 5. <i>Festuca ovina</i> | — Schafschwingel |
| 6. <i>Agrostis tenuis</i> | — Rotes Straußgras |
| 7. <i>Bromus inermis</i> | — Wehrlose Trespe |

Charakteristik der Arten:

1. *Lolium perenne*

Die Art zählt zu den Horstgräsern, die durch verlängerte Wurzelstockglieder bei dichtem Stand zu einer geschlossenen Rasenbildung fähig sind. Wurzellängen von ca. 120 cm und ein Tiefgang von 80 cm sind auf tiefgründigen Böden möglich. *Lolium perenne* liebt frische bis feuchte Standorte mit ausreichender Nährstoffversorgung.

Für langfristige Begrünungsmaßnahmen sind nur die niedrigwachsenden Zuchtformen geeignet (Rasentypen mit geringerer Wuchsleistung).

Der Mischungsanteil muß gering bleiben wegen der starken Verdrängung auf Mischpartner mit langsamer Jugendentwicklung. Auf extremen Standorten (Böschungen, Halden) geht es bereits nach einem Jahr im Deckungsanteil zurück. Das Deutsche Weidelgras ist auf diesen Standorten daher auch als Platzhalter für die Arten mit langsamer Entwicklung zu betrachten.

Ähnlichen Effekt bewirkt das sehr schnellwüchsige Einj. Weidelgras LIRASAND, das als Ammengras (1—2 g/qm) gleiche Funktion erfüllt und den Hauptbestandsbildnern

Schutz in der Anfangsentwicklung bietet. Wegen seiner Kurzlebigkeit hat es sich nach einem Jahr bereits von selbst „verabschiedet“ und bildet so keine Konkurrenz für die Dauerbegrüner.

2. *Poa pratensis*

Diese ist eine Grasart mit unterirdischen Ausläufertrieben. Einzelne Wurzeln erreichen Tiefen von 60—100 cm, während sich die Hauptmasse — wie auch bei anderen Gräserarten — im oberen Bodenbereich ausdehnt. Mit der guten Trockenheitsresistenz ist auch eine Hitzeresistenz verbunden. Die Art ist daher auch für Standorte mit leicht erwärmbaren Böden geeignet. Kalte und saure sowie staunasse Böden sagen der Wiesenrispe nicht zu. Nachteilig für die Begrünung extremer Standorte ist die langsame Jugendentwicklung und die leichte Verdrängung durch andere Arten.

3. *Festuca rubra rubra*

Der ausläuferbildende Rotschwingel hat die Fähigkeit, weitstreichende, kräftige unterirdische Ausläufer zu bilden. Die rasche Entwicklung und der gute Tiefgang machen die Art zu einem guten Bodenfestiger. Da *Festuca rubra rubra* keine Ansprüche an Bodenreaktion und Nährstoffgehalt stellt und er außerdem eine lockere Narbe mit Raum für andere Mischpartner bildet, ist die Art für die Begrünung extremer Standorte sehr gut geeignet. Einige Zuchtsorten, wie z. B. NFG-Th. Roemer, besitzen eine gewisse Toleranz gegenüber Salzen.

4. *Festuca rubra commutata*

Der horstbildende Rotschwingel hat geringere Ansprüche an den Standort, ist besonders dürrfest und typischer Vertreter des Magerrasens. Bei gutem Wurzeltiefgang (50 cm) und starker Ausdehnung in der oberen Bodenschicht gilt Rotschwingel als guter Bodenfestiger auf extensiven Standorten. Von Natur aus findet man die Art häufig an Hängen in Gebirgslagen.

Eine Unterart (*trichophylla*) besitzt kurze Ausläufertriebe und kann ebenfalls in extremen Bereichen eingesetzt werden. Diese Form ist besonders salztolerant und geeignet im Küsten- und Deichschutz sowie auf Berghalden mit Salzausblühung.

5. *Festuca ovina*

Der Schafschwingel bildet dichte Horste mit guter intensiver Wurzelbildung, aber geringem oberirdischen Massenwuchs. Trockene, dürre, saure bis neutrale, meist nährstoffarme, ödlandartige Bereiche der verschiedensten Bodenarten sagen dieser Art zu.

In Begrünungsvorhaben solcher Standorte darf daher Schafschwingel nicht fehlen. Die langsame Jugendentwicklung verlangt, daß Schafschwingel durch andere Arten nicht verdrängt wird. Die lockere Narbe erleichtert andererseits die Entwicklung von Gehölzen. Eine Düngung fördert andere Arten, verdrängt aber den anspruchslosen Schafschwingel. Der geringe Aufwuchs erfordert keine Pflegemaßnahmen.

6. *Agrostis tenuis*

Das formenreiche Gras hat eine hohe Anpassungsfähigkeit an Boden und Klima und besitzt eine große ökologische Streubreite. Rotes Straußgras ist vorwiegend auf kalkarmen Standorten höherer Lagen anzutreffen. Auf Begrünungsflächen setzt es sich im niedrigen pH-Bereich gut durch. Nachteilig ist die sehr langsame Jugendentwicklung. Deshalb kann das Rote Straußgras nur in Mischungen verwendet werden.

Nach ausreichender Narbenbildung gehört die Art bei geringem Pflegeanspruch zu den gut geeigneten Hang- und Haldenbegrüner.

7. *Bromus inermis*

Die Trespen zählen zu den anspruchslosen, trockenholden Arten. Mit den queckenartigen Kriechwurzeln entwickelt die Wehrlose Trespe ein starkes Wurzelsystem. Diese Eigenschaft macht sie zu einem Pioniergras in der Befestigung von Böschungen und erosionsgefährdeten Hängen. Steinige Böden, hohe Trockenheit und Kälte werden gut vertragen. Leider ist die Art im Saatguthandel wenig verfügbar.

Neben den Grasarten für Begrünungszwecke haben auch verschiedene Kleearten auf extensiven Standorten eine Bedeutung.

Als N-Lieferanten tragen sie auf mageren Standorten dazu bei, den Gräsern Nährstoffe zu liefern. Mit der starken Pfahlwurzel gehen sie tief in den Boden, verankern die Pflanze und bilden auf Hängen eine gute Zugfestigkeit und Haltekraft. Für den Ökologen ist der zusätzliche Blütenreichtum für Insekten und Bienen interessant. Die folgenden Kleearten sind geeignet:

- | | |
|--------------------------------|-------------------|
| 1. <i>Trifolium repens</i> | — Weißklee |
| 2. <i>Lotus corniculatus</i> | — Hornklee |
| 3. <i>Medicago lupulina</i> | — Gelbklee |
| 4. <i>Onobrychis sativa</i> | — Esparsette |
| 5. <i>Melilotus altissimus</i> | — Hoher Steinklee |
| 6. <i>Medicago sativa</i> | — Luzerne |

Die Kleearten sind als Mischpartner der Gräsermischung beigegeben. Bei der Aussaat ist darauf zu achten, daß Entmischungseffekte vermieden werden, um eine gleichmäßige Verteilung der gegenüber Grassamen schwereren Kleekörper zu erreichen.

1. *Trifolium repens*

Weißklee hat seinen bevorzugten Standort auf nährstoffreichen, lockeren Böden, paßt sich aber auch auf mageren Böden gut an. Für Begrünungszwecke sind die kleinblättrigen Formen (*Mikrophyllum*) besser geeignet als großblättrige. Die tiefreichende Wurzel hat reichlich mit Knöllchenbakterien besetzte Seitenwurzeln zur Stickstoffbindung.

2. *Lotus corniculatus*

Der Hornschotenklee hat eine Vorliebe für kalkreiche Böden, findet sich aber auch auf Sandböden mit niedrigerem pH-Wert (5,5—6,0). Seine lange Pfahlwurzel reicht bis zu 100 cm in den Boden und bildet eine hohe Zugfestigkeit. Auf trockenen, kurzrasigen Begrünungsflächen gedeiht der Hornklee besonders gut.

3. *Medicago lupulina*

Der Gelbklee findet seine Verbreitung auf durchlässigen Kalkböden. Seine Raschwüchsigkeit ist für schnelle, erosionshemmende Wirkung nützlich. Seine Pfahlwurzel reicht bis zu 50 cm in den Boden. Als Pionierpflanze kann Gelbklee auf zusagendem Standort in Begrünungsmischungen verwendet werden.

4. *Onobrychis sativa*

Die Ersparsette wurzelt als ausgesprochene Trockenlandpflanze sehr tief, bis 400 cm. Die Wurzeln bilden eine hohe Zugfestigkeit und Haltekraft. Für extreme, kalkhaltige Standorte gilt sie als Pionierpflanze.

5. *Melilotus altissimus*

Der hochwachsende, robuste Steinklee hat neben seiner tiefreichenden Pfahlwurzel auch einen starken oberirdischen Wuchs mit reichlicher Verzweigung.

Die ausgesprochen robuste Pionierpflanze bringt hohe Zugfestigkeit und Haltekraft mit. Wegen des hohen Wuchses darf die Kleeart nicht mit Gehölzen kombiniert werden. Vor- und Nachteile sind bei der Verwendung sorgfältig abzuwägen.

6. *Medicago sativa*

Mit tiefreichender Pfahlwurzel hat die Luzerne eine hohe Zugfestigkeit. Zwei Standorte sagen der Luzerne nicht zu: stauende Nässe und saure Böden.

Auf allen übrigen Standorten kann diese Pionierpflanze wirksamen Bodenschutz ausüben.

Extensive Begrünungen enthalten neben Gräsern und Kleearten in der Regel auch Kräuter, die den verschiedenen Standorten besonders angepaßt sind. Wenn — wie bei Berghalden — eine natürliche Entwicklung vom Boden her oder durch Samenflug nicht zu erwarten ist, können besonders weit verbreitete und anspruchslose Kräuter als Saatgut den Mischungen zugesetzt werden. Begrenzender Faktor ist die Verfügbarkeit von Saatgut.

1. *Achillea millefolium*, Schafgarbe

Die Schafgarbe liebt nährstoffreiche, nicht zu trockene Böden mit einem pH-Wert von 4,0—7,0. Die weitreichenden Wurzeln bilden eine gute Bodenbefestigung. Schafgarbe kann deshalb auch als Pionierpflanze gelten, die lückige Grasnarben gut ausfüllt.

2. *Sanguisorba minor*, Kleiner Wiesenknopf

In einem weiten pH-Bereich anbauwürdig, ist der Kleine Wiesenknopf auch als Pionierpflanze auf Rohböden und lückigen Magerrasen empfehlenswert. Auf Geröllhalden hat die Pflanze eine schuttstauende Wirkung.

Artenwahl für pflegearme Begrünung

In der Regel sind die zu begrünenden extremen Standorte Steilböschungen, Berghalden, Deponien usw., bei denen gleichzeitig eine Böschungssicherung als Erosionsschutz gegeben sein muß. In diesen Fällen wird man in die passenden Grasnarben auch Kleearten einbeziehen, die mit ihren starken und tiefreichenden Wurzeln eine hohe Zugfestigkeit und Haltbarkeit bewirken. Diese müssen sich in ihrem oberirdischen Wuchsverhalten den relativ kurzbleibenden Grasarten anpassen. Auch wenn Kräuter zusätzlich eingemischt werden, bleiben wesentliche Anforderungen an den pflegearmen Begrünungsrasen bestehen.

Diese Anforderungen sind:

- a) dicht und niedrig im Wuchs,
- b) widerstandsfähig gegen Umwelteinflüsse
- c) gute Regenerationsfähigkeit.

Die heute im Markt befindlichen Zuchtsorten von Rasen-gräsern können diese Anforderungen erfüllen.

Die jährlich erscheinende RSM-Broschüre für „Regel-Saatgut-Mischungen“ gibt über den Wert der Arten und Sorten Auskunft. Sie ist damit ein wichtiges Hilfsmittel für den Begrünungsfachmann.

Zusammensetzung von Mischungen für extreme Standorte:

Abgesehen von speziellen Fällen wird bei extensiven Begrünungen eine Standard-Rasenmischung den Anforderungen am ehesten gerecht.

Ebensogut kann für die Begrünungszwecke und als Schutz eine vielseitige Mischung mit unterschiedlichen Kleeanteilen und Kräutern erwünscht sein.

Und schließlich kann der Rasen als Begrüner lediglich Übergang sein zu einem Gehölzbestand mit allmählicher Umwandlung in Wald.



Abb. 1: Haldenbegrünung zum Erosionsschutz



Abb. 3: Fast vollständig begrünte Berghalde im Ruhrgebiet

1. Normale Rasen-Standardmischung:

— Pflegeleicht und kurzbleibend —

(Angabe in Gewichts-%) RSM 7 (20 g/qm):

- 20 % Festuca rubra rubra
- 20 % Festuca rubra commutata
- 35 % Festuca ovina
- 10 % Agrostis tenuis
- 10 % Poa pratensis
- 5 % Lolium perenne oder (E.W. LIRASAND)

2. Vielseitige Mischung mit Klee und Kräutern (20 g/qm)

- 30 % Festuca rubra rubra
- 30 % Festuca rubra commutata
- 20 % Festuca ovina
- 5 % Agrostis tenuis
- 5 % Poa pratensis
- 4 % Trifolium repens
- 3 % Lotus corniculatus
- 3 % Sanguisorba minor

3. Klee + Gräsermischung als Übergang für Gehölzbestände (15 g/qm)

- 20 % Lolium perenne
- 20 % Festuca rubra rubra
- 15 % Festuca rubra commutata
- 15 % Festuca ovina
- 10 % Agrostis tenuis
- 10 % Trifolium repens
- 10 % Lotus corniculatus



Abb. 2: Bergbauhalde im Ruhrgebiet

4. Klee-Gräser- und Kräutermischung für Gehölzunterbau (12 g/qm)

- 20 % Festuca rubra rubra
- 20 % Festuca rubra commutata
- 20 % Festuca ovina
- 10 % Trifolium repens
- 10 % Lotus corniculatus
- 15 % Medicago lupulina
- 3 % Achillea millefolium
- 3 % Sanguisorba minor

Schlußbemerkung:

Nach ökologischen Gesichtspunkten sind die Gräser eine der vielseitigsten Pflanzengruppen. Mit ihren differenzierten Arten und modernen Zuchtsorten sind sie in der Lage, sich auf den meisten Standorten — ob trocken oder feucht, kalte oder warme Böden, windausgesetzt oder windgeschützt — den gegebenen Verhältnissen anzupassen.

In der Pflanzengesellschaft einer Rasendecke entwickelt sich frühzeitig ein dynamischer Gleichgewichtszustand in Abhängigkeit von den Umwelteinflüssen.

Es bleibt dem Fachmann überlassen, die unterschiedlichen Bedingungen des zu begrünenden Standortes so zu erkennen, daß eine weitgehend angepaßte Mischung eingebracht werden kann, welche von Anbeginn einen hohen „Verbauwert“ besitzt und so das Begrünungsziel voll erreichen läßt.

Literatur

- PFLUG, W. (1971): Die Pflanze als Baustoff im Bereich des Straßenbaues. In: Lebender Baustoff — Pflanze. BDGA — Heft 11. München
- RÜMLER, R. (1978): Zur Entwicklung von Rasenansaaten und ihre Bedeutung für die ingenieurbio-logische Sicherung von Straßenböschungen. II Einzelne Pflanzenarten, ihr Verhalten in den Ansaatflächen und ihre Bedeutung für die Ansaatmischungen. — Rasen-Turf-Gazon 9, 9—21

Verfasser: Dr. ERNST LÜTKE ENTRUP, Deutsche Saatveredelung Lippstadt-Bremen GmbH, Landsberger Str. 2, 4780 Lippstadt

Die Begrünung extremer Standorte — Aus der Sicht der Ausführungen — *)

I. Campino, Essen

Zusammenfassung

Die Begrünung von Extremflächen entspricht der Errichtung eines künstlichen, aber an die Standortverhältnisse angepaßten Ökosystemes. Dafür sind 3 Schritte notwendig:

- Erfassung des Problems
- Zusammenstellung der geeigneten Maßnahmen
- Korrekte Ausführung der einzelnen Maßnahmen.

Zur Erfassung des Problems sollen neben einer Begehung der Fläche und einer gezielten Befragung des Auftraggebers auch Boden- bzw. Substratanalysen herangezogen werden. Erst dann können unter Berücksichtigung der einzusetzenden Pflanzen die geeigneten Maßnahmen für eine erfolgreiche Begrünung getroffen werden. Nicht zuletzt müssen die einzelnen Maßnahmen zum richtigen Zeitpunkt fachgerecht ausgeführt werden.

A green cover for extreme sites — from the point of view of execution

Summary

Establishing a green cover on extreme areas is in correspondence with an artificial ecological system adapted to the conditions existing at the particular spot. Three steps are necessary:

- Assessment of the problem
- Compilation of suitable measures
- Correct execution of the individual measures.

To get at the gist of the problem the area should be visited, the customer should be queried thoroughly and substrate and soil analyses should be carried out. Only then will it be possible, taking also the plants to be used into account, to apply the appropriate measures for establishing a green cover successfully. Finally, the individual measures must be carried out at the right time by experts in the field.

L'implantation de verdure en stations extrêmes (par rapport à l'exécution des travaux)

Résumé

L'implantation de pelouses dans des emplacements extrêmes va de pair avec la création d'un écosystème artificiel mais néanmoins adapté aux conditions du lieu. Les démarches à suivre sont les trois suivantes:

- saisir les problèmes
- réunir des mesures appropriées
- exécuter correctement les différentes opérations.

Pour saisir le problème et estimer la situation on devra avoir recours outre à la visite du terrain et à une enquête menée auprès du promoteur également à une série d'analyses du sol ou du substrat en question. Ce n'est qu'ensuite que l'on pourra opérer un choix en fonction des végétaux à planter sur les mesures et opérations à effectuer pour réaliser une implantation réussie. Enfin les différents travaux devront être mis en exécution au bon moment de manière professionnelle.

1. Einleitung

Die Begrünung von extremen Standorten erfordert die Errichtung eines Ökosystemes, das zwar künstlich, aber angepaßt an die Standortverhältnisse ist. Damit die Ausführung der Begrünungsmaßnahme gelingt, müssen folgende Schritte beachtet werden:

1. Erfassung des Problems
2. Zusammenstellung der geeigneten Maßnahmen
3. Korrekte Ausführung der einzelnen Maßnahmen.

2. Erfassung des Problems

Mit Hilfe eines Modelles eines Ökosystemes lassen sich die verschiedenen zu berücksichtigenden Aspekte zur Erfassung des Problems darstellen (Abb. 1). Nach ELLENBERG (1973) besteht ein Ökosystem aus verschiedenen Kompartimenten (= Bestandteile), die sich in lebende und tote gliedern lassen. Bei einer vegetationsfreien Fläche nehmen zunächst die toten Kompartimente eine Sonderstellung ein. Der Charakter „Extremfläche“ bzw. „extremer Standort“ wird zum Teil von der Raumstruktur verliehen.

Ein häufiges Problem von Extremflächen ist die steile Hangneigung. Die nach Süden und Westen gerichteten Böschungen sind der Einwirkung einer hohen Sonneneinstrahlung und auch z.T. starker Winde, besonders wenn sie von der Flurebene hoch hinaufragen, ausgesetzt. Dies begünstigt die Austrocknung der Fläche.

Aus dem Kompartiment „Stoffe“ sind auch Erschwernisse zu erwarten, denn was oft im alltäglichen Sprachgebrauch als Boden bezeichnet wird, ist kein Boden im strengen Sinne, sondern Abraum aus Bergbau, Abfällen aus der Industrie oder steile Böschungen nach Erdbewegungen. Diese Flächen haben in der Regel einen niedrigen Gehalt an pflanzenverfügbaren Nährstoffen und auch oft einen niedrigen pH-Wert. Zur Feststellung dieser für eine Begrünung wichtigen Kennwerte sind Boden- bzw. Substratuntersuchungen notwendig.

Wenn es sich um Abraum aus dem Bergbau handelt, sollte auch der Gehalt an pflanzenverfügbarem Kalzium und Magnesium untersucht werden. Bergmaterial weist oft einen sehr niedrigen Gehalt an diesen Nährstoffen auf. Die auf diese Weise gewonnenen Daten bilden die Grundlage zur Ermittlung von Dünger- und Kalkgaben. Auf sandigen, kies- oder steinreichen Flächen ist oft die Kationenaustauschkapazität gering, so daß die Kationen, wie z. B. K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , und NH_4^+ , leicht ausgewaschen werden. Diese Flächen haben auch eine niedrige Wasserspeicherfähigkeit und trocknen bei warmer Witterung schnell aus.

Weitere Schwierigkeiten ergeben sich aus einer ungünstigen chemischen Zusammensetzung des zu begrünenden Substrates, so z. B. weist pyrithaltiges Bergmaterial eine starke Versauerung nach wenigen Jahren auf. Der Grund dafür liegt in der Oxidation des Pyrits in der Atmosphäre.

Weitere Informationen über die Beschaffenheit des Bodens bzw. Substrates können durch eine Begehung der Fläche und durch eine gezielte Befragung des Auftraggebers erhalten werden. Wenn der Verdacht besteht, daß Schwermetalle bzw. Kohlenwasserstoffverbindungen vorhanden sind, müssen entsprechende Analysen durchgeführt werden.

3. Zusammenstellung der geeigneten Maßnahmen

Bei der Zusammenstellung der geeigneten Maßnahmen sind sowohl die Standortverhältnisse als auch die bei der Begrünung einzusetzenden Pflanzenarten zu berücksichtigen.

Eine sehr wichtige Maßnahme für eine erfolgreiche Begrünung einer Extremfläche ist eine angemessene Düngung. Das Ziel der Düngung soll eine rasche Anfangsentwicklung der Vegetation sein, damit im Falle einer Ansaat eine geschlossene Pflanzendecke schnell erreicht wird. Im Falle einer Bestockung der Fläche soll die Düngung dazu beitragen, die Ausfallrate niedrig zu halten und hohe Wachstumsraten zu erzielen.

*) Vortrag anlässlich des 55. Rasenseminars der Deutschen Rasengesellschaft e.V. in Gifhorn

Die Düngung versteht sich in den meisten Fällen als eine „Starthilfe“, und je nach Fläche kann sie am Anfang relativ hoch sein. In den folgenden Jahren nach der Ansaat bzw. Bestockung wird diese langsam verringert, bis nach einigen Jahren keine Düngung mehr erforderlich ist.

In der Praxis erkennt man zwei klare Trends bezüglich der anzuwendenden Düngemittel. Manche Betriebe bzw. Auftraggeber bevorzugen organische Düngemittel, andere setzen überwiegend mineralische Dünger und Harnstoffderivate ein. Gerade auf Flächen mit einem sehr niedrigen Gehalt an organischer Substanz werden verschiedene Materialien wie z.B. Kompost und Nebenprodukte der Speiseölverarbeitung benutzt. Wenn diese in den Boden bzw. in das Substrat eingearbeitet werden, erfüllen sie ihre Funktion als Bodenverbesserungsmittel und liefern während ihres Abbaues Nährstoffe. Aber wenn eine Einarbeitung nicht möglich ist, sollte die einzusetzende Menge auf ein Minimum reduziert, und dafür der Anteil an Nährstoffen aus Mineraldüngern erhöht werden. Damit wird die Massenbildung durch die Pflanzen gefördert, und die organische Substanz wird dann von den Wurzeln in den Boden „eingearbeitet“. Damit tritt eine allmähliche Verbesserung der Wasserspeichersowie der Kationenaustauschkapazität des Bodens bzw. des Substrates ein.

Der Nährstoff- und Kalkbedarf wird mit Hilfe der Ergebnisse der Bodenuntersuchungen festgestellt, wobei ungünstige Eigenschaften des Bodens bzw. des Substrates Berücksichtigung finden müssen. So kommt es oft vor, daß Bergematerial (= Abraum aus dem Bergbau) mit einem pH-Wert im alkalischen Bereich noch gekalkt werden muß, um den Kalziummangel zu beheben. Hierfür wird z. B. Kalksplitt eingesetzt.

Wenn der Boden bzw. das Substrat eine niedrige Kationenaustauschkapazität besitzt, besteht die Gefahr einer

relativ schnellen Auswaschung der Kationen (z. B. Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+), so daß es notwendig ist, die Düngergaben zu erhöhen bzw. über die Vegetationsperiode in Teilgaben zu verabreichen. Es besteht auch die Möglichkeit, Langzeitdünger einzusetzen. Im Handel sind verschiedene Düngemittelformen verfügbar, die nach unterschiedlichen Prinzipien die Nährstoffe langsam abgeben, so sind z. B. Harnstoffderivate geeignete Langzeitstickstoffdünger. Als Langzeit-Phosphordünger kommt teilaufgeschlossenes Rohphosphat in Frage. Für Kalium, Magnesium und andere Nährstoffe können mit Harz umhüllte Mineralsalze in Form von Spezialdüngemitteln eingesetzt werden.

Zur Verbesserung der Kationenaustauschkapazität und des Wasserhaushaltes des Bodens bzw. des Substrates werden oft Bodenverbesserungsmittel empfohlen. Herkunft und chemische Zusammensetzung der auf dem Markt vorhandenen Produkte sind sehr unterschiedlich. Einige werden aus Naturprodukten extrahiert und andere industriell hergestellt.

Versuche und praktische Erfahrungen haben gezeigt, daß diese Produkte auf Flächen mit einer sehr niedrigen Kationenaustauschkapazität, z. B. bei Berghalden, eine günstige Wirkung auf die Begrünung ausüben. Hierzu ist es aber notwendig, in aller Deutlichkeit zu betonen, daß sie weder Wasser noch Nährstoffe ersetzen können. Diese Bodenverbesserungsmittel sind in der Lage, Kationen zu absorbieren und sogar Metallkationen chemisch zu binden, so daß der osmotische Druck der Bodenlösung herabgesetzt und die Wasseraufnahme durch die Pflanzen erleichtert wird. Auch Schwermetalle können z. T. gebunden werden. Auch die physiko-chemischen Eigenschaften des Bodens bzw. des Substrates können mit Hilfe dieser Produkte verbessert werden, so daß die Wasserspeicherkapazität erhöht wird.

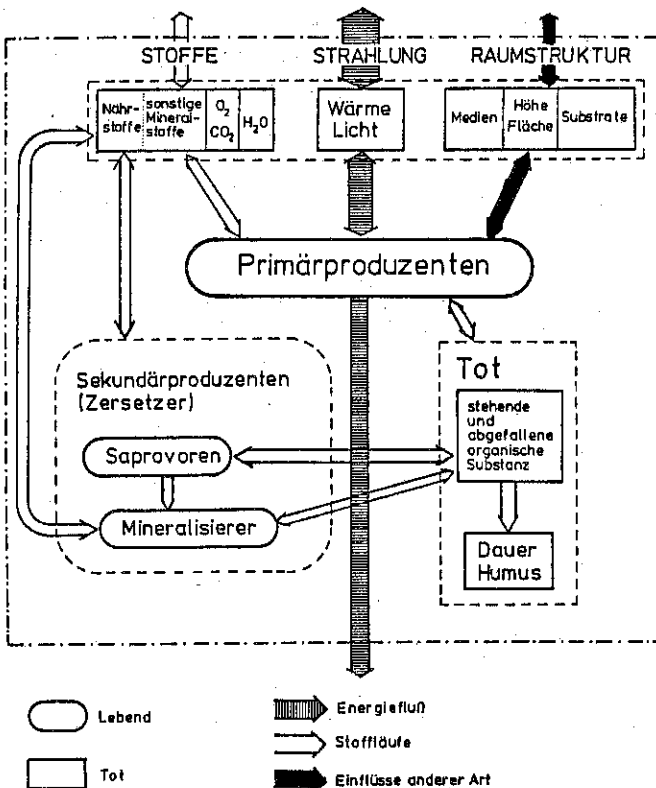
In Abhängigkeit von dem anzustrebenden Ziel der Begrünung muß die Auswahl der Pflanzenarten getroffen werden. Oft ist das Ziel der Begrünung einer Extremfläche die Schaffung einer krautigen Pflanzendecke zur Erosionsbekämpfung, die auch ästhetisch ansprechend sein soll. Da diese Flächen oft aus den o.g. Gründen zur Austrocknung neigen, müssen trockenheitstolerante Pflanzen angesät werden. Mischungen mit einem hohen Anteil an folgenden Arten werden eingesetzt:

- Schafschwingel (*Festuca ovina*)
 - Ausläufer treibender (*Festuca rubra* sp. *commutata*)
 - Rotschwingel (*Festuca rubra* sp. *rubra*)
 - Horstbildender Rotschwingel (*Festuca rubra* sp. *rubra*)
 - Rotschwingel mit kurzen Ausläufern (*Festuca rubra* sp. *trichophylla*)
- Sie sind auch an arme Böden angepaßt.

Falls eine salzhaltige Fläche ansteht, sollte *Festuca rubra* sp. *trichophylla* mit einem hohen Anteil in die Mischung aufgenommen werden. Wenn eine grasreiche, dichte Narbe angestrebt wird, ist es notwendig, die Stickstoffdüngung entsprechend zu gestalten. Hierzu können 10 g N/m² und mehr empfohlen werden, wobei die Gesamtmenge oder mindestens ein Teil davon als Harnstoffderivat verabreicht wird. Gerade auf armen Böden bzw. Substraten ist die Ansaat einer leguminosenreichen Mischung anzuraten, um eine nachhaltige Verbesserung des Gehaltes an organischer Substanz zu erreichen. Aber oft mißlingen dort solche Ansaaten, weil die Düngung vernachlässigt wurde. Leguminosen sind relativ anspruchsvolle Arten und benötigen daher deutlich höhere Phosphor- und Kaliumgaben als grasreiche Mischungen. Sie sind auch kalkbedürftig. Dafür kann bei einer leguminosenreichen Ansaat auf eine Stickstoffdüngung weitgehend verzichtet werden. Auf frisch ge-

Abbildung 1

Modell eines Grünlandökosystems in Anlehnung an ELLENBERG (1973)



schütteten bzw. angeschnittenen Flächen wirkt sich eine Impfung mit Knöllchenbakterien günstig auf die Entwicklung der Vegetation aus.

Die genaue Bemessung der Düngergabe sollte individuell für jede Fläche mit Hilfe der chemischen Analyse festgelegt werden.

Wenn eine Bestockung der Fläche mit Bäumen und Sträuchern gewünscht wird, müssen neben landschaftsbaulichen Kriterien noch die Standortansprüche und Nährstoffbedürfnisse der Arten berücksichtigt werden. In der Praxis herrscht oft die Ansicht, daß sogar auf extrem armen Böden Bäume und Sträucher keine Düngung benötigen. Die z.T. hohen Ausfälle — und die niedrigen Wachstumsraten — werden eher auf die Witterungsverhältnisse zurückgeführt. Erfahrungen auf gedüngten Flächen zeigen aber, daß eine sowohl in der Höhe als auch in ihrer Zusammensetzung angemessene Düngergabe das Wachstum der Bäume und Sträucher sehr fördert.

4. Die korrekte Ausführung der einzelnen Maßnahmen

Die Ansaatmethoden für Extremflächen sind grundsätzlich folgende:

- Ansaat mit Drillmaschine bzw. mit Hilfe handbetriebener Geräte oder manueller Ausbringung,
- Anspritzverfahren und
- Matten aus Stroh oder aus anderen organischen Fasern.

Extremflächen sind in der Regel schwer zugänglich und für den Einsatz von Sämaschinen, die auf der Fläche fahren müssen, ungeeignet. Die Ansaat mit manuell betriebenen Maschinen oder das Streuen mit der Hand ist zu aufwendig, und außerdem besteht auf steilen Flächen die Gefahr, daß die auf dem Boden liegenden Samen mit den Niederschlägen abgetragen werden, und es entsteht eine sehr inhomogene Narbe.

Eine bewährte Methode für die Ansaat von Extremflächen ist das Anspritzverfahren. In einem Spezialtank mit einem starken Rührwerk werden Kalk und Düngemittel, evtl. auch Bodenverbesserungsmittel — soweit mischbar — mit Wasser zu einer wäßrigen Suspension bzw. Lösung verrührt, mit den Samen angereichert und, um zu verhindern, daß die Samen vom Regen abgetragen werden, noch mit einem Bodenfestiger bzw. Kleber vermischt. Auf von Wind und Sonne stark exponierten Flächen empfiehlt sich auch die Zugabe eines Mulchmaterials, damit die Keimung etwas schneller und gleichmäßiger erfolgt. Mit Hilfe einer starken Pumpe wird das Gemisch auf die Fläche in einer Dosis zwischen 1 und 3 l/m² gespritzt. Die höhere Wassermenge erlaubt

eine gleichmäßigere Verteilung der Mischung auf der Fläche. Geübtes Personal kann selbstverständlich auch mit einem geringen Volumen eine gleichmäßige Verteilung erreichen. Wenn ein Bodenverbesserungsmittel angespritzt wird, sollte das größere Wasservolumen je m² eingesetzt werden, damit das Produkt einige cm in den Boden bzw. in das Substrat eingeschlämmt wird.

Die Applikation sollte bei trockener Witterung erfolgen. Stärkere Niederschläge während der Aufbringung bzw. bis 4 Stunden danach beeinträchtigen die Wirkung des Bodenfestigers, und der Samen kann abgetragen werden.

Die Zeit für die Applikation erstreckt sich — je nach Witterung — von März bis Mitte September. Da im Sommer oft Trockenperioden auftreten, sollte während dieser Zeit keine Ansaat erfolgen. Stelle Süd- und Westböschungen sollten, wenn möglich, im Herbst angesät werden. Damit verringert sich die Gefahr, daß die Begrünung aufgrund von Wassermangel mißlingt.

Neuansaat bedürfen im ersten Jahr einer Überwachung, vor allem, wenn die Fläche reich an pyrit-haltigem Material ist. Dort ist eine starke Abnahme des pH-Wertes innerhalb weniger Wochen möglich, die die Begrünungsmaßnahme gefährden kann. In diesem Falle muß nachträglich eine zusätzliche Kalkung erfolgen.

Ein weiteres Verfahren, eine Extremfläche zu begrünen, ist die Verlegung von Spezialmatten, die schon Samen und evtl. auch Dünger enthalten.

Die Matte schützt den Boden gegen Erosion, solange die Pflanzen diese Funktion nicht übernehmen können, und sie dient auch als Mulchschicht zum Schutz der keimenden Samen gegen Austrocknung. Dafür muß die Fläche einige Bedingungen erfüllen. Sie muß frei von Unebenheiten sein, denn sonst gibt es keinen Kontakt zwischen Boden bzw. Substrat und Matte, und der Aufgang der Saat verzögert sich und wird inhomogen. Im Extremfall, wenn die Wurzel der keimenden Pflanze keinen Bodenkontakt erreicht, sterben sie in der Matte ab. Die Fläche soll auch frei von Bäumen, Sträuchern und anderen Hindernissen sein, die die Verlegung der Matte erschweren.

5. Literaturverzeichnis

ELLENBERG, H. 1973, Ziele und Stand der Ökosystemforschung. In: Ellenberg, H. (Hrsg.), Ökosystemforschung. Berlin: Springer-Verlag, S. 1—31

Verfasser: Priv.-Doz. Dr. IGNACIO CAMPINO / HERMANN TRAUTMANN, Garten- und Landschaftsbau GmbH, Aktienstr. 177, 4300 Essen

Berichte ————— Mitteilungen ————— Informationen

Bericht über das 55. Rasenseminar der Deutschen Rasengesellschaft e.V. in Gifhorn zum Thema „Sonderbegrünung“

H. Nonn, Bonn

Der erste Seminartag führte die über 40 Teilnehmer des Rasenseminars unter der Leitung von Dr. MÜLLER-BECK zu verschiedenen Anschauungsobjekten zum Thema „Sonderbegrünung“.

Welche Ausmaße die Anstrengungen zur Sicherung von Deponien annehmen können, zeigte das ca. 90 ha umfassende, neu angelegte Naturschutzgebiet Ilker-Bruch.

Hier wurden 1,2 Mio. m³ Sand für die VW-Deponie Fallerleben ausgespült. Es entstand ein Tiefwassersee mit bis zu 12 m Wassertiefe. Rings um das Gewässer wurden Feucht- und Naßwiesen angelegt, bei denen ein einmaliger Schnitt pro Jahr wegen der sonst drohenden Verschilfung vorgesehen ist. Überwiegende Zustimmung bei den Exkursionsteilnehmern fand die Anlage ei-

nes Flutsaumes (Wall und Wassergraben), der anstelle eines Zaunes das Naturschutzgebiet vor Menschenzu-
lauf schützen soll.

Zweiter Besichtigungsort war die VW-Deponie Fallersleben. Sie umfaßt mit den Bereichen Gewerbemüll (VW-Werk) und Hausmüll (Stadt Wolfsburg) ca. 60 ha; die Laufzeit ist für 13—14 Jahre veranschlagt. Hoch anste-
hendes Grundwasser wurde durch Aufschüttung einer 1,0—1,5 m mächtigen Sandschicht aus dem Ilker-Bruch und durch Folienabdeckung gegenüber dem Müllkörper abgeschottet. Im Zuge dieser Maßnahmen mußten 1 Mio. m³ bereits verkippter Müll umgelagert werden. Zur Abdeckung wird der Müllkörper mit einer Tonschicht und 90—110 cm lehmigem Sand bedeckt, der den Wasserhaushalt sichern und eine Methangasabführung gewährleisten soll. Das Sickerwasser wird erfaßt, aufbereitet und anschließend auf den Grünflächen verrieselt. Die Hangsicherung erfolgt mit einer Ansaatmischung aus 80 % Gräsern, 8 % Leguminosen und 12 % Kräutern. Die gesamte Deponie ist von Stützdämmen mit standortgerechten Emissionsschutzpflanzungen und bepflanzten Sichtschutzwällen umgeben. Die 40—50 cm starke Vegetationsschicht aus Oberboden auf den Stützwällen wurde zur Erosionssicherung mit Landschaftsrasen angesät.

Bei der bereits abgeschlossenen FE-Deponie innerhalb des VW-Werkes wurde der Müllkörper in den Hauptbereichen mit ca. 30 cm sandigem Oberboden angedeckt, der durch Bodenhilfsstoffe (Hygromull, Agrosil und kohlen-saurer Kalk) und Nitrophoska permanent verbessert worden ist. Bepflanzt wurden die Hänge wegen des durch-lässigen Untergrundes mit trockenheitsverträglichen Gehölzen (Stieleiche, Birke u.a.). Probleme treten durch Windwurf auf, da die geringmächtige Vegetations-schicht den älteren Bäumen keinen ausreichenden Wur-zeltiefgang erlaubt. Die Haldenoberfläche ist mit durch-schnittlich 70 cm wasserundurchlässigem Klärschlamm abgedeckt, auf den 15 cm sandiger Oberboden aufgetra-gen wurden. Die Bodenverbesserung erfolgte mit den o.a. Bodenhilfsstoffen. Eingesät wurde eine Rasen-mischung aus *Agrostis alba*, *Festuca ovina*, *Festuca rubra commutata*, *Festuca rubra rubra*, *Festuca rubra tricho-phylla*, *Lolium perenne* und *Poa trivialis*; diese Ansaat hat sich mittlerweile zu einer ansprechenden Grünfläche entwickelt.

Der Besuch des Tagebaus Helmstedt der Braunschwei-gischen Kohle-Bergwerke (BKB) bildete den Abschluß des ersten Seminartages. Der Tagebau Helmstedt um-faßt auf bundesdeutschem und DDR-Gebiet ca. 560 km². In den letzten Jahren wurden von seiten der BKB gewalti-ge Anstrengungen unternommen, Begrünungsmaßnah-men erfolgreich abzuschließen. So sind allein im Jahre 1985 für Maßnahmen zur Staubbinding, Böschungssi-cherung, Kippen- und Erdeponiebegrünung sowie Re-kultivierung 3,2 Mio. DM aufgewendet worden.



Abb. 1: Begrünungsmaßnahmen der BKB. Helle Flächen in der Bildmitte: Roggenanbau. Im Vordergrund Gräseransaat

Immense Schwierigkeiten bereiten auf diesen Standor-ten die extremen Bodenreaktionen. So besitzt die Kohle einen pH-Wert von ca. 2 und die Asche aus dem Kraft-werk Buschhaus einen pH-Wert von ca. 11. Die Anspritz-begrünungen der basischen Flächen bestehen aus einer Mischung von bio-algeen THK-Konz., bio-algeen flüssig, Nitrophoska permanent und Zellulose; die der sauren Standorte aus bio-algeen flüssig, Hüttenkalk, Nitrophos-ka permanent und Zellulose, wobei in beiden Fällen eine Saatmischung aus 95 % Gräsern und 5 % Leguminosen hinzugefügt wird. Besonders problematisch ist eine er-folgreiche Begrünung der Böschungen, an denen auf-grund ihrer Exposition und der dunklen Färbung bei Son-neneinstrahlung Oberflächentemperaturen von bis zu 80° C auftreten und somit ein Pflanzenwachstum nahezu unmöglich wird.

Die Wirksamkeit einer Aufforstung der ausgekohlten Flächen mit 35 % Nadel- und 65 % Laubhölzern in bezug auf die Erosionssicherung wurde den Exkursionsteilneh-mern bei einer Fahrt durch die bereits rekultivierten Flä-chen deutlich. Im Vergleich zu diesen gelungenen Maß-nahmen zeigen sich die Folgen einer nicht planmäßigen, extensiven oder keiner Aufforstung auf DDR-Gebiet in Form von metertiefen Erosionsrinnen. Zum Abschluß dieser Exkursion bedankten sich die Teilnehmer herzlich bei Herrn FRICKE (Forstwirtschaftsleiter BKB) für des-sen interessante und ansprechende Ausführungen.

Im ersten Referat des zweiten Seminartages stellte Dr. PRÜN mögliche Bodenhilfsstoffe und ihre Eigenschaf-ten vor. Der Referent definierte Bodenhilfsstoffe als Stoffe ohne bedeutenden Nährstoffgehalt, die die Wirk-samkeit der Düngemittel positiv beeinflussen und die physikalischen, chemischen und biologischen Bodenei-genschaften direkt und/oder indirekt verbessern. Boden-hilfsstoffe sind somit geeignet, auf extremen Bodenar-ten, bei salz- und schwermetallbelasteten Böden und bei extremen Klimateinflüssen ein Pflanzenwachstum zu er-möglichen. Für diese Problemstellungen bot Dr. PRÜN mit Agrosil und Hygromull Lösungsansätze an und be-legte die jeweilige Wirkungsweise mit Literaturangaben. Die Einsatzmöglichkeiten von Agrosil und Hygromull in der Praxis und die damit erzielten Erfolge zeigte Dr. BÜ-RING anhand einer Diafolge. Der Referent machte in sei-nem Vortrag deutlich, daß Bodenhilfsstoffe in erster Li-nie zu einer Wurzelaktivierung beitragen müssen. Nur so ist sichergestellt, daß sich auf extremen Standorten ge-sunde, ausdauernde Pflanzen etablieren können.

Die Ausführungen von Dr. PRÜN und Dr. BÜRING wur-den in den sich jeweils anschließenden Diskussionen von den Seminarteilnehmern vollauf bestätigt. Jedoch kritisierten einige Anwesende die begrenzte Auswahl der vorgestellten Bodenhilfsstoffe, da in letzter Zeit auch mit anderen Produkten gute Erfahrungen bei der Begrünung extremer Standorte gemacht wurden. Der Diskussionsleiter, Prof. Dr. FRANKEN, nahm die Kritik



Abb. 2: Begrünungsmaßnahmen der BKB. Rechter Bildrand: Grenze zur DDR.

zum Anlaß, darauf hinzuweisen, daß selbstverständlich auch diese Bodenhilfsstoffe berücksichtigt würden, wenn wissenschaftlich gesicherte Aussagen über ihre Wirkungsweise vorliegen.

Die Einsatzmöglichkeiten von Gräsern, Leguminosen und Kräutern im Erholungs- und Sportbereich einerseits und im technischen Bereich (hier: Sonderbegrünung) andererseits stellte Dr. LÜTKE ENTRUP vor. Die Pflanze als Baustoff muß bei Sonderbegrünungen sowohl als Bodenschutz dienen als auch einen ansprechenden visuellen Aspekt erfüllen. Je nach Erfüllungsgrad dieser Anforderungen, ist den Pflanzen ein bestimmter „Verbauwert“ zuzuordnen.

— Gräser

Folgende Gräserarten finden bei Sonderbegrünungen Verwendung: *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra rubra*, *F. rubra commutata*, *F. rubra trichophylla*, *F. ovina*, *Agrostis tenuis*, *Bromus inermis* und *Lolium westerwoldicum*. Je nach Problemstellung sind eine oder mehrere Arten aufgrund ihrer Besonderheiten und Standortansprüche vorzuziehen. Besonders interessant für eine schnelle Begrünung und Erosionssicherung ist die Ansaat von 1—2 g/m² *Lolium westerwoldicum* (Einjähriges Weidelgras). Diese Art ist sehr raschwüchsig und hilft den anderen langsamer keimenden und wachsenden Gräsern bei deren Etablierung. Die ausdauernden Gräser haben somit gute Chancen, nach dem Verschwinden von *Lolium westerwoldicum*, die entstehenden Lücken schnell zu schließen.

— Leguminosen

Die durch die Pfahlwurzel bedingte hohe Zugfestigkeit und ihre guten Anpassungsfähigkeiten an den jeweiligen Standort machen die Leguminosen Gelbklees (*Medicago lupulina*), Esparsette (*Onobrychis sativa*), Weißklees (*Trifolium repens*), Hornschotenklee (*Lotus corniculatus*), Hoher Steinklee (*Melilotus altissimus*) und die Luzerne (*Medicago sativa*) zu wertvollen Mischungspartnern.

— Kräuter

Die Verwendung von Kräutern in Ansaaten ist, wenn überhaupt, auf geringe Anteile beschränkt, da eingeschränkte Saatgutverfügbarkeit und somit hohe Saatgutkosten Schranken setzen. Ausnahmen bilden Schafgarbe (*Achillea millefolium*) und Kleiner Wiesenknopf (*Sanguisorba minor*), deren Saatgut meistens ausreichend vorhanden ist. Von seiten des Referenten wurden vier verschiedene Ansaatmischungen für die Begrünung extremer Standorte vorgeschlagen:

- Standardmischung aus Gräsern (entspricht ungefähr RSM 7),
- 90 % Gräser, 7 % Leguminosen, 3 % Kräuter,
- 80 % Gräser, 20 % Leguminosen und
- 60 % Gräser, 35 % Leguminosen, 5 % Kräuter.

Mit diesen Mischungen können nach Meinung des Auditoriums alle Problemstandorte zufriedenstellend begrünt werden.

Nach Dr. CAMPINO sind drei Schritte zur erfolgreichen Begrünung unbedingt einzuhalten:

- Erfassung des Problems,
- Zusammenstellung geeigneter Maßnahmen und
- korrekte Ausführung der Begrünungsmaßnahmen.

Hierzu ist eine umfassende Kenntnis über die Zusammenhänge in einem Grünlandökosystem nötig. Entscheidend für den Erfolg von Maßnahmen ist die Zusammenarbeit mit Laboratorien, die z. B. über pH-Wert, Nährstoffversorgung und Nährstoffverfügbarkeit eines Standortes Aufschluß geben. Zusätzlich ist auch die Geländeexposition zu berücksichtigen.

Eine Mulchschicht mit ihrer thermoisolierenden Wirkung

kann hierbei den Boden vor allzu starker Austrocknung schützen.

Dr. CAMPINO zeigte anhand eines Begrünungsversuches auf Berghalden, daß extreme Standorte sehr schnell ihre Eigenschaften (z. B. durch pH-Wert-Verschiebung, Schwermetallfreisetzung u. a.) ändern können und dann anfängliche Erfolge rasch zunichte machen. Die unterschiedlichen Bodenhilfsstoffe können hier durchaus einen Beitrag leisten, diese Extreme zu mildern und ein Pflanzenwachstum zu ermöglichen.

Prof. Dr. Dr. h. c. Adolf Stählin 85 Jahre

Am 13. Oktober 1986 vollendete der ehemalige Direktor des Institutes für Grünlandwirtschaft und Futterbau der Justus-Liebig-Universität Gießen und das Gründungsmitglied der damaligen Gesellschaft für Rasenforschung — Deutsche Rasengesellschaft —, Professor Dr. Dr. h. c. Adolf Stählin, sein 85. Lebensjahr. Nicht nur die Futterbauforschung, sondern auch andere Teilgebiete, wie der Sektor Rasenforschung, verdanken dem überaus fruchtbaren Wirken des Jubilars sehr viel!

Der Jubilar; in Nürnberg geboren, studierte in München und Hohenheim Landwirtschaft, promovierte in München und ging anschließend nach Jena, wo er sich habilitierte. Nach dem Krieg wechselte der Jubilar nach Hohenheim, von dort erfolgte 1956 die Berufung nach Gießen. Hier nahm er sich bereits früh, ausgehend von seinen umfangreichen Erfahrungen auf dem Teilgebiet Pflanzensoziologie und -ökologie, u. a. auch Fragen des Rasens an, da diese Disziplin zumindest zur damaligen Zeit wissenschaftlich kaum vom Garten- und Landschaftsbau bearbeitet wurde. Nicht nur die Klärung von Problemen und das Ableiten von Gesetzmäßigkeiten erfolgten hier maßgeblich durch ihn, viele Schüler führte der Jubilar „an und auf den Rasen“ und gab ihnen so für das Fachgebiet das notwendige Rüstzeug mit auf den Weg. 1970 wurde der Jubilar emeritiert. Noch heute ist Professor Stählin in Forschung und Lehre aktiv. Die Deutsche Rasengesellschaft wünscht ihrem Mitglied weiterhin Gesundheit und Schaffenskraft.

TURF | GAZON
GRÜNFLÄCHEN
BEGRÜNUNGEN

QUARZSAND
mehrfach gewaschen in
verschiedenen Körnungen
zum Besanden des Rasens.

Franz Feil
Quarzsandwerk
8835 Pleinfeld
☎ 09144/250-Sandwerk 09172/1720

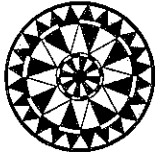
Die nächste Ausgabe
erscheint im März 1987.

Anzeigenschluß
für dieses Heft
ist am
27. Februar 1987.

Kutomin
Kompostierter
Kuhmist aus Bayern
der natürliche Weg zum
gesunden Garten.
Kutomin wirkt dreifach
durch:

- viel Humus in stabilen Kalk-Ton-Humuskomplexen
- dreimal soviel Nährstoffe wie frischer Stallmist
- Milliarden aktiver Bodenbakterien

Flinsteralder-Hof, 8214 Hittenkirchen a. Ch.



RASEN 2000-MANTEL SAAT

SPIELTEPPICH „HUNTER“ in 4-kg-Tragetaschen und 1-kg-Packungen
SPORTRASEN „HUNTER“ mit werbewirksamen Dessins, 20 kg umverpackt

HEINE & GARVENS OHG - 3000 HANNOVER 81

Postfach 890209 · Telefon 0511/861066 Telex 922637 cwghn-d

Frank Hope
Rasen



ULMER FACHBUCH
Garten- und Landschaftsbau

Bestellschein

(Bitte in offenem Umschlag als
„Briefdrucksache“ einsenden, Porto 70 Pf)

50387 _____ HOPE, Rasen DM 44,

Name und Anschrift

Datum

Rasen

Anlage und Pflege von Zier- und Sportrasen

Von F. Hope, England. Aus dem Englischen von I. Ulmer, Stuttgart;
deutsche Bearbeitung von Dr. H. Schulz, S-Hohenheim
216 Seiten mit 60 Abbildungen und 35 Tabellen. Kst. DM 44,—
(Ulmer Fachbuch Garten- und Landschaftsbau)

In dem vorliegenden Buch sind die Kapitel über Botanik und Pflanzenernährung genauso bedeutend wie die über Unkraut- und Schädlingsbekämpfung sowie Krankheitsverhütung. Nach der Anlage einer Rasenfläche sind die regelmäßigen Pflegearbeiten besonders wichtig. Das Angebot an Maschinen und Geräten ist größer als je zuvor und erfordert deshalb umfassende Kenntnisse im Umgang und in der Pflege der Geräte. Eine ganze Reihe gesetzlicher Vorschriften machen ein Überdenken der Arbeitsweisen nötig, um Unfälle und mögliche Folgen zu vermeiden. Der sorgfältige Umgang mit Pflanzenschutzmitteln ist deshalb ein wichtiges Thema für alle, die damit zu tun haben, und es ist dringend nötig, über das vielfältige Angebot und die jeweiligen Vorschriften ständig informiert zu bleiben.

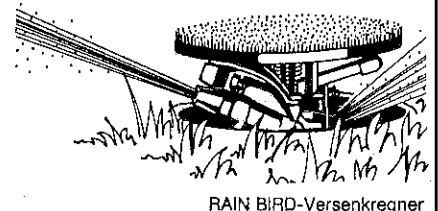
So ist dieses Buch aufs beste dazu geeignet, den Landschaftsgärtner zu einem Fachmann auf dem Gebiet der Anlage und Pflege von Rasenflächen zu machen und den Rasenliebhaber bei seinem Hobby zu unterstützen. Es wurde so konzipiert, daß es dem Anfänger die nötigen Kenntnisse bringt, aber auch dem erfahrenen Platzwart und Gärtner Anregungen und neue Arbeitsweisen vermittelt. Darüber hinaus wird es allen, die in der Ausbildung stehen, als Lehrbuch von großem Nutzen sein.

Zu bestellen bei:

Hortus Verlag GmbH, Postfach 200550, 5300 Bonn 2

Schon jetzt an den nächsten Sommer denken, und mit FECO über Beregnung sprechen!

- Sportplätze z. B. mit selbstf. Regnern
- Grünanlagen oder
- Golfplätze z. B. mit RAIN BIRD-Versenk-
- Tennisplätze beregnung
- Park- u. Gartenanlagen oder
- Baumschulen z. B. mit Tropfbewässerung
- Landwirtschaft



RAIN BIRD-Versenkregner

Außerdem liefern wir Pumpen, PVC-Rohre, feuerver. SK-Rohre, Schläuche u. a. Zubehör für ihre Beregnung und planen für Sie. Fordern Sie Informationen, Angebote und unsere Referenzliste an!



FECO GmbH Beregnungstechnik

2121 Deutsch Evern
Tel. (041 31) 79201

Gewerbegebiet
Telex 2182241