

# RASEN

**TURF | GAZON**

# GRÜNFLÄCHEN BEGRÜNNUNGEN

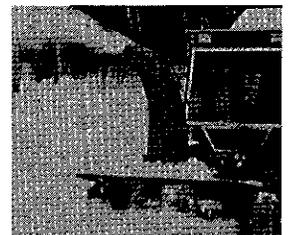
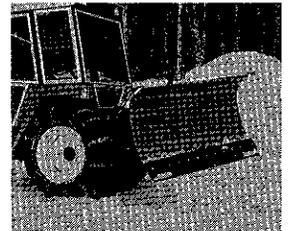
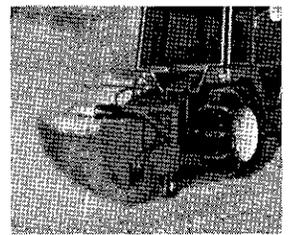
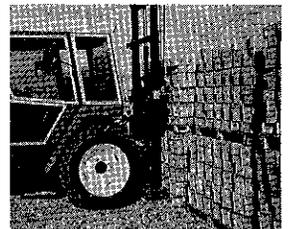
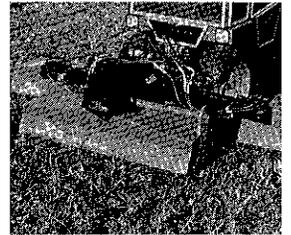
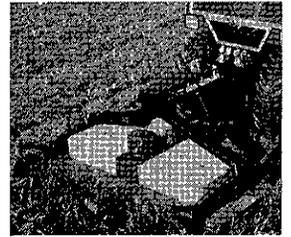
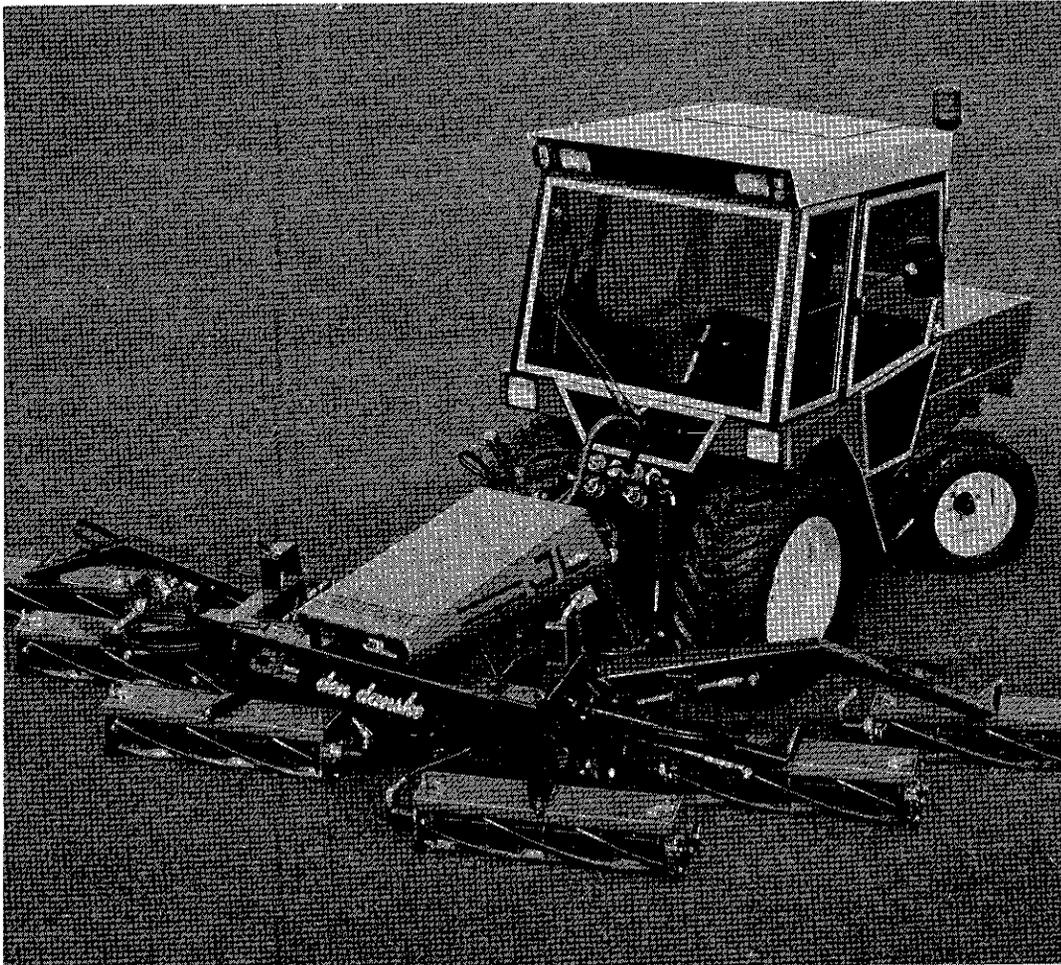
**4**  

---

**85**

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

# Neu: JL Multi-trac 530K



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

JL 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.

JL 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:**  
Orag Maskin-Import A/S  
Krogager 9, Aagerup  
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. 0228/441011

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  
Tel. 06/490 25 90

**Holland:**  
H. Van der Lienden B.V.  
Veltevreden 24  
3731 AL de Bilt  
Tel. 030/76 36 11

**Italien:**  
Franchi S.p.A.  
Via San Bernardino 120  
24100 Bergamo  
Tel. 035/24 20 23

**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

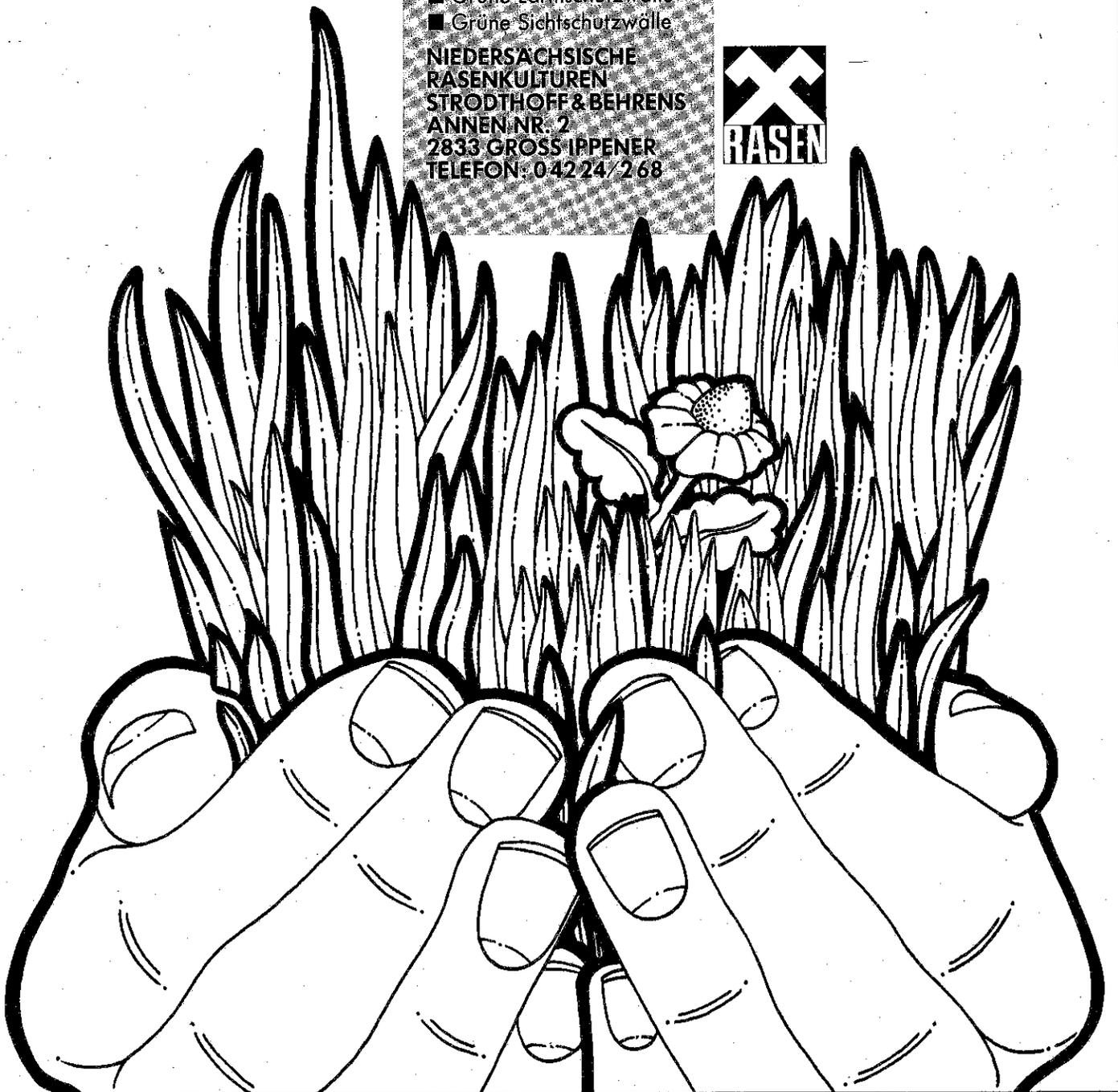
# GRÜN AUS GUTEN HÄNDEN.

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  
STRODTHOFF & BEHRENS  
ANNEN NR. 2  
2833 GROSS-IPPENER  
TELEFON: 0 42 24 / 2 68**



# RASEN TURF | GAZON GRÜNFLÄCHEN BEGRÜNNUNGEN

Dezember 1985 - Heft 4 - Jahrgang 16  
Hortus Verlag GmbH - 5300 Bonn 2

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

**105 Sand als Baustoff in der Vegetationstech-  
nik — physiologisch wichtige Eigenschaf-  
ten**  
B. Deller Weihenstephan

**111 Sand als Baustoff für Rasenflächen — La-  
vasande —**  
H. Bast, Koblenz

**114 Alternative Baustoffe zum Sand im Sport-  
rasenbau**  
E. Habegger, Rubingen

**120 Auswirkung von Mulchabdeckungen auf  
Anwachsergebnis, Pflegekosten und  
Wachstum von niedrigen Stauden und Ge-  
hölzen**  
W. Kolb, T. Schwarz und R. Trunk, Veitshöchheim

**127 Eine Messe mit Zukunft — areal '85 — er-  
folgreiche Remiere in Köln**  
K. G. Müller-Beck, Münster

**129 Neues aus der Industrie  
auf der areal in Köln '85**

### Beilagenhinweis:

Dieser Ausgabe liegt ein Prospekt der Firma  
— Feldsaaten Freudenberger, 4150 Krefeld  
bei.

Wir bitten unsere Leser um Beachtung.

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

Verlag, Vertrieb und Anzeigenverwaltung: HORTUS  
VERLAG GMBH, Postfach 200550, Rheinallee 4b,  
5300 Bonn 2, Telefon (0228) 353030/353033. Verlagslei-  
tung und Redaktion: R. Dörmann, Anzeigen: Eike  
Schmidt, Vertrieb: Regine Hesse. Gültig ist die Anzeigen-  
preisliste Nr. 8 vom 1.-10. 1984. Erscheinungsweise: jäh-  
rlich vier Ausgaben. Bezugspreis: Einzelheft DM 12,— im  
Jahresabonnement DM 44,— zuzüglich Porto und 7%  
MwSt.

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

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, vor-  
behalten. Aus der Erwähnung oder Abbildung von Waren-  
zeichen in dieser Zeitschrift können keinerlei Rechte ab-  
geleitet werden. Artikel, die mit dem Namen oder den  
Initialen des Verfassers gekennzeichnet sind, geben nicht  
unbedingt die Meinung von Herausgeber und Redaktion  
wieder.

# Sand als Baustoff in der Vegetationstechnik — physiologisch wichtige Eigenschaften\*)

B. Deller, Weihenstephan

## Zusammenfassung

Ausgehend vom Kornaufbau sowie pH-Wert und Kalkgehalt von Sanden aus dem südbayerischen Raum, die auf ihre Eignung als Gerüstbaustoffe von Rasentragschichten untersucht wurden, werden einige chemische und physikalische Eigenschaften von Sanden näher beschrieben, die von Bedeutung sind, wenn Sande als Vegetationsschichten dienen. Auf die chemischen Eigenschaften von Kalksand und deren Beurteilung wird gesondert eingegangen.

Sand as a building material in vegetation technics — physiologically important properties

## Summary

Sands from the region of lower Bavaria were tested as to their suitability for serving as skeleton building materials for turf carrying layers. Grain structure, ph-value and lime content served as criteria. In this context, several chemical and physical properties of sands have been fully described. They are of importance when sands serve as vegetation covers. The chemical properties of lime sands as well as their appraisal have been depicted separately.

Le sable en tant que matériel utilisé pour l'installation de pelouses — propriétés physiologiques importantes

## Résumé

Les sables utilisés dans les mélanges pour les couches nourricières doivent présenter certaines qualités chimiques et physiques décrits ci-dessus à partir de la granulométrie, du pH et du taux calcaire pour des sables provenant du sud de la Bavière. Les propriétés chimiques des sables calcaires sont discutées séparément.

## 1. Einleitung

Der vorliegende Beitrag befaßt sich mit einigen wichtigen Eigenschaften von Sanden, die für ihre Verwendung als Baustoff in der Vegetationstechnik von größerer Bedeutung sind. Die Darstellung beschränkt sich dabei auf Kompaktsande (Körner ohne größeren Anteil an offenen bzw. geschlossenen Poren), da sich ein weiterer Beitrag dieser Ausgabe mit Lavasand, dem wichtigsten Vertreter poröser Sande, befaßt.

## 2. Wichtige physikalische Eigenschaften von Sanden

### 2.1 Kornzusammensetzung von Sanden in Südbayern

Nach DIN 18123 (Vornorm DNA 1971) bzw. DIN 4022 (DNA 1969) bezeichnet man als Sand Mineralgemische von Körnern mit einem Durchmesser zwischen 0,06 und 2 mm (reine Bodenart). Als Sande können jedoch auch gemischtkörnige Bodenarten bezeichnet werden, z. B. nach DIN 4022, wenn die Hauptkomponente aus Sand besteht, wobei allerdings die Beimengungen als Eigen-

schaftswörter anzufügen sind, z. B. Sand, schluffig. In der Bodenkunde bezeichnet man als Sand die Bodenart, die einen Anteil von über 85 M.-% an Körnern zwischen 0,06 und 2 mm aufzuweisen hat.

In der Praxis ist die Bezeichnung „Sand“ nicht nur für die reine Bodenart vorbehalten, sondern auch für Gemische mit mehr oder weniger großen Anteilen an Ton, Schluff und Kies. Dies geht u. a. aus Abbildung 1 hervor, in welcher die mittlere Kornsummenkurve und deren Standardabweichung von „Sanden“ dargestellt sind, welche unter dieser Bezeichnung von der Hauptversuchsanstalt für Landwirtschaft untersucht wurden. Die meisten dieser Sande stammen aus dem südbayerischen Raum und waren vorgesehen als Gerüstbaustoffe von Rasentragschichten.

Die Abbildung zeigt, daß manche dieser Sande erheblich mit Ton und Schluff verunreinigt sind. Daneben ist eine Eigenart der in Süddeutschland angebotenen Sande erkennbar, nämlich ihr geringer Feinsandgehalt und ihr hoher Grobkornanteil (Grobsand, Feinkies). Diese Sande weisen folglich häufig einen relativ hohen Ungleichförmigkeitsgrad auf, der nicht selten zu Problemen hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit von Rasentragschichten führt.

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

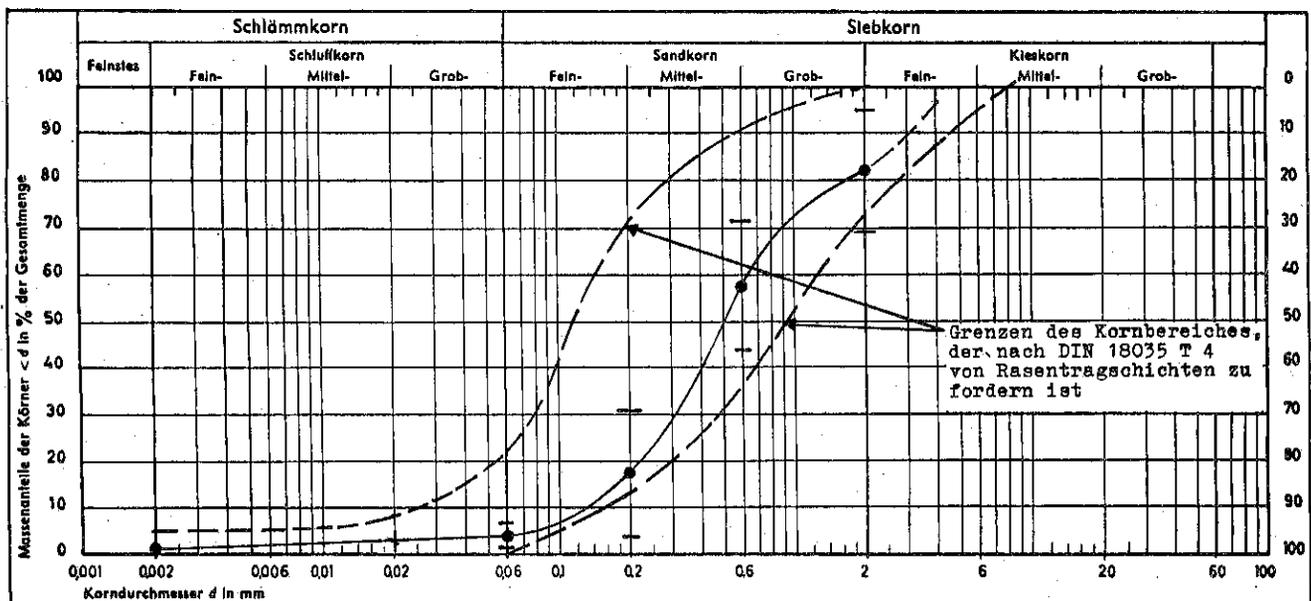


Abb. 1: Mittlere Kornsummenkurve mit positiver und negativer Standardabweichung von südbayerischen Sanden

**2.2 Porenvolumen und Porenraumgliederung von Kompaktsanden: Theoretische Überlegungen:**

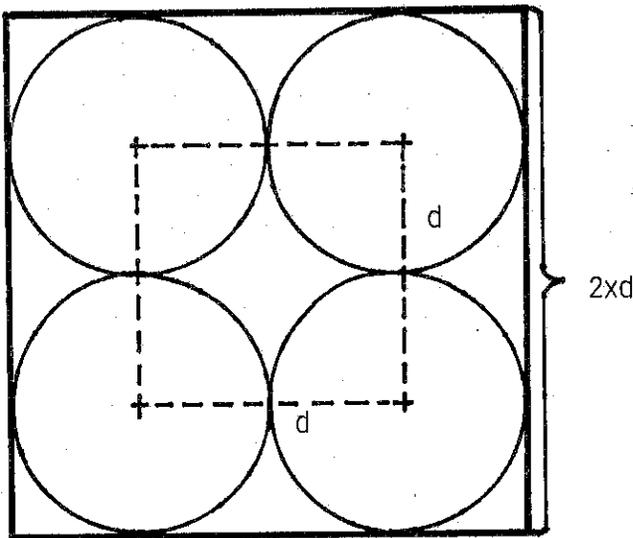
Sande, denen die Kittsubstanz zwischen den Einzelkörnern fehlt, sind im trockenen Zustand rieselfähig und bilden auch im feuchten Zustand keine zusammenhängenden Kornverbände (Aggregate), sondern ein sogenanntes Einzelkorngefüge. Die Größe der Sandkörner und ihre räumliche Anordnung ist daher entscheidend für so wichtige Eigenschaften wie Porenraumgliederung, Wasserdurchlässigkeit, Wasserhaltefähigkeit und Wassernachlieferung. In diesem Zusammenhang wichtige Gesetzmäßigkeiten lassen sich schon von stark vereinfachenden Modellen ableiten (Abb. 2).

Die dargestellten Kreise sollen als Abbildungen von kreisrunden Sandkörnern gleichen Durchmessers (d) in einer Ebene verstanden werden. Im linken Teil der Abbildung 2 zeigt sich eine sehr lockere Lagerung der Körner. Die Mittelpunkte der Körner seitlich bzw. in der Höhe aufeinander folgender Lagen liegen jeweils auf einer Geraden und ihr Abstand entspricht dem Durchmesser des Kornes. In dieser Anordnung trifft auf jedes Sandkorn ein Raum, der dem eines Würfels mit der Seitenlänge d entspricht, während das Korn selbst nur 52% dieses Raumes einnimmt; 48% sind demzufolge Porenvolumen. Dieses Verhältnis von Porenvolumen und Volumen der festen Masse ist völlig unabhängig vom Durchmesser der jeweils vorliegenden Körner, wovon man sich leicht durch Berechnung selbst überzeugen kann. Dagegen nimmt natürlich die Zahl der Körner und der zwischen den Körnern befindlichen Porenräume in einem bestimmten Raumvolumen zu, wenn der Durchmesser der Körner zurückgeht. Der Durchmesser der Einzelpore zwischen zwei Körnern muß also entsprechend abnehmen.

Die Abhängigkeit des Durchmessers der Pore vom Durchmesser des Kornes ist im unteren Teil der Abbildung 2 in einer Formel ausgedrückt, bei der davon ausgegangen wird, daß auch die Pore kugelförmig und genau zwischen vier Körnern zentriert ist (Mittelpore).

Der rechte Teil der Abbildung 2 zeigt die gleichen Verhältnisse wie links, jedoch in denkbar dichtester Kornlagerung. Es ist leicht erkennbar, daß nun auf der gleichen Fläche bzw. im gleichen Raum beträchtlich mehr Körner lagern können, da sich der Abstand zwischen den Kornreihen auf zwei der drei Seiten des Raumes (Länge, Breite, Höhe) verringert hat. Er beträgt jetzt nur noch  $0,816 \times d$ . Das Volumen der festen Masse der Körner, bezogen auf den Gesamtraum, den der Sand einnimmt, erhöht sich damit auf 78,5%, während sich das Porenvolumen auf 21,5% reduziert. Die Formel für den Durchmesser der Mittelpore zeigt, daß gegenüber der lockeren Lagerung mit etwa um den Faktor 3 engeren Poren zu rechnen ist.

Das vorgestellte Grundmodell läßt sich schrittweise den natürlichen Verhältnissen anpassen. So kann man sich beispielsweise an Stelle des vorgestellten Einkornmischungen aus Sand verschiedener Körnungen denken. Es ist leicht einzusehen, daß Sande mit einer zweiten Körnung, die genau in die Poren vorhandener größerer Körner paßt, zu einer erheblichen Reduktion des Porenraumes führen, während geringfügig größere Körner eher eine Auflockerung zur Folge haben. Mit der Zunahme der Unterschiede von Korngrößen im gleichen Raum steigt natürlich die Wahrscheinlichkeit, daß sich jeweils Körner finden, die genau in die von größeren Körnern gelassenen Lücken passen. Je ungleichförmiger also ein Sand ist, um so höher sind unter sonst gleichen Bedingungen seine Lagerungsdichte und um so niedri-



Lose Lagerung

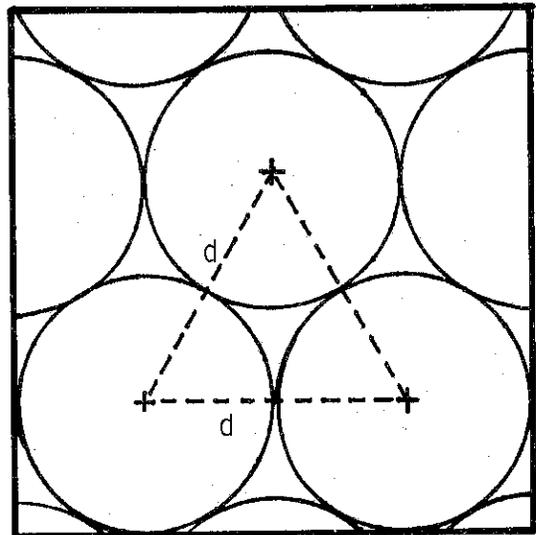
$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

Abstand der Kornreihen (horizontal u. vertikal) = d

Beispiel: Kornzahl pro  $\text{dm}^3$  bei  $d = 2 \text{ mm}$ :  
 $50^3$ ; Kornvolumen =  $0,524 \text{ dm}^3$ .  
 $\text{GPV} = 1 - 0,524 \text{ dm}^3 = \sqrt[47,6]{\text{Vol.-%}}$

Grösster Durchmesser der Mittelpore:

$$z = d (\sqrt{3} - 1)$$



Dichte Lagerung

Abstand der Kornreihen  
 $= d(1/3\sqrt{6}) = 0,816 d$ .

Kornanzahl:  $50 \times (100/1,633)^2 = 187500$ .  
 Kornvolumen =  $0,785 \text{ dm}^3$ .  
 $\text{GPV} = 1 - 0,785 \text{ dm}^3 = 21,5 \text{ Vol.-%}$

Grösster Durchmesser der Mittelpore:

$$z = d (1/2\sqrt{6} - 1)$$

Abb. 2: Anordnung der Körner von Einkornmischungen bei loser und dichter Lagerung

ger sein Porenvolumen bzw. die Durchmesser der vorhandenen Poren.

Gut vorstellbar ist nach den vorangegangenen Überlegungen auch, daß die Kornform für die genannten Kriterien eine wesentliche Rolle spielt. Rundkörner und solche, die sich miteinander verzahnen und dabei ein stabiles Grundgerüst bilden, werden wesentlich positiver zu bewerten sein als Sande in Würfel- bzw. Quaderform.

Für die Praxis kann somit die Schlußfolgerung gezogen werden, daß Sande je nach Gleichförmigkeit der Körnungslinie, Kornform und mechanischer Verdichtung recht unterschiedliche Lagerungsdichten annehmen können. Das Porenvolumen wird daher in relativ weitem Bereich schwanken können. In Vegetationsschichten aus Sand wird man jedoch kaum Porenvolumina unter 30 bzw. über 50 Vol.-% antreffen.

### 2.3 Kapillarität

Infolge der Einwirkung von Kapillarkräften wird Wasser von benetzbaren Stoffen angesaugt. In Glasröhren steigt es um so höher an, je kleiner deren Durchmesser ist. Diese Gesetzmäßigkeit wird im Kapillaritätsgesetz beschrieben. Mißt man den Kapillardurchmesser (d) in cm, dann ergibt sich die kapillare Steighöhe (h) in cm nach folgender Formel (KUNTZE et al., 1983):

$$h = 0,297/d \text{ (cm)}$$

Da Sandkörner ähnlich wie Glas benetzbar sind, kann das Kapillaritätsgesetz auch zur Berechnung der kapillaren Aufstiegshöhe in Sanden herangezogen werden. Wie gezeigt, sind in Sanden unterschiedlicher Körnung und Lagerungsdichte unterschiedliche Porenquerschnitte zu erwarten. In Tabelle 1 sind als Beispiele die Verhältnisse in Einkorngemischen mit Korndurchmessern zwischen 0,06 und 2 mm angeführt, wenn die nach den Formeln in Abbildung 1 berechneten Porenquerschnitte zugrundegelegt werden.

Demnach sind zwischen Fein- und Grobsanden einerseits sowie locker und dicht lagernden Sanden der gleichen Körnung andererseits beträchtliche Unterschiede vorhanden.

In der Praxis sind die betreffenden Unterschiede nicht ganz so groß. In den Lehrbüchern der Bodenkunde wird beispielsweise die Höhe, bis zu der das Wasser unter Füllung sämtlicher Poren über dem Grundwasserspiegel ansteigen kann (geschlossener Kapillarraum) bei Grobsanden mit 1 dm, Mittelsanden mit 2 dm, Feinsanden und schwach lehmigen Sanden mit 3 dm angegeben (KUNTZE et al., 1983). Vegetationsschichten aus Sand über Grund- bzw. Stauwasser müssen also mächtiger

Tab. 1: Berechnete Porendurchmesser und kapillare Steighöhen von einkörnigen Sanden unterschiedlichen Korndurchmessers

KUGEL-DURCHMESSER	PORENDURCHMESSER		KAPILLARE STEIGHÖHE <sup>3)</sup>	
	LOCKERE <sup>1)</sup>	DICHTE <sup>2)</sup>	LOCKERE	DICHTE
MM	MM	MM	CM	CM
2	1,4	0,45	2,1	6,6
0,6	0,4	0,13	7,4	23
0,2	0,14	0,045	21	66
0,06	0,04	0,013	74	(230)

<sup>1)</sup> FORMEL:  $z = d (\sqrt{3} - 1)$

<sup>2)</sup> FORMEL:  $z = d (1/2\sqrt{6} - 1)$

<sup>3)</sup> FORMEL:  $h = 0,297/d \text{ (cm)}$

Tab. 2:

Kapillare Aufstiegshöhen (cm) und Aufstiegsraten (mm/Tag) einiger Sande bei mittlerer Lagerungsdichte (nach RENGER et al., 1974)

Sandart	Aufstiegsraten (mm/Tag)					
	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0
	Aufstiegshöhen (cm)					
Grobsand	60	50	45	35	30	25
Mittelsand	80	70	60	55	45	35
Feinsand	95	85	75	65	55	45
sandiger Lehm	115	90	70	60	40	30

sein als dieser Kapillarraum, wenn keine Wurzelschäden an der Vegetation infolge Luftmangels auftreten sollen. Auch Bauweisen mit Unterflurbewässerung, in denen während der Anstauphasen prinzipiell die gleichen Verhältnisse vorliegen, sind wohl nur dann funktionsfähig, wenn die Vegetationsschicht bestimmte Mindestmächtigkeiten aufweist, nämlich 20 cm, wenn sie aus Grobsanden, und 40 cm, wenn sie aus Feinsanden besteht. Die Höhe des zweckmäßigerweise anzusetzenden Wasseranstaus in solchen Systemen hängt allerdings auch von der Verdunstung an der Bodenoberfläche (Evapotranspiration) ab und der damit notwendigen Wassernachlieferung aus tieferen Schichten, wie aus Tabelle 2 hervorgeht (RENGER et al., 1974).

Bei niedrigem Wasserverbrauch (unter ca. 1 mm pro Tag [mm/d]) genügt demnach ein Wasseranstau von weit unter 50 cm unter der Oberfläche der Vegetationsschicht, um den Wasserbedarf des Pflanzenbestandes zu decken. Selbst bei hohem Wasserverbrauch (5 mm/d entsprechen nach DIN 18035 T 2 [DNA 1979] der Verdunstung von Rasentragschichten bei Lufttemperaturen von über 30°C) braucht nur auf 30 bis 50 cm unter Bodenoberfläche angestaut zu werden.

Auch bei Bauweisen aus Sand ohne Unterflurbewässerung ist die Fähigkeit des eingesetzten Sandes zur Wasserbindung und -nachlieferung zu berücksichtigen, beispielsweise bei der Bemessung der Bewässerungsgaben. Abbildung 3 gibt hierfür einige Beispiele.

Die dort aufgeführten Sande weisen einen Porenanteil von ca. 40 bis 45 Vol.-% auf, der bei verschiedenen Saugspannungen (Bindungsfestigkeit des Wassers, angegeben in cm Wassersäule, cm WS bzw. Millibar, mbar) allerdings sehr unterschiedlich mit Wasser gefüllt ist. Während der Grobsand z. B. bei einer rel. niedrigen Wasserspannung von ca. 20 cm WS bereits einen Großteil seines Wassers (ca. 25 Vol.-%) abgibt, sind der Feinsand und der humose „mäßig grobe Sand“ unter den gleichen Bedingungen noch weitgehend wassergesättigt. Letztere verlieren das gespeicherte Wasser erst bei wesentlich höheren Saugspannungen. Welche Saugspannung anzusetzen ist, wenn in Rasentragschichten die Wasserzufuhr über Niederschläge bzw. Beregnung und die Wasserversickerung ins Gleichgewicht gekommen sind (Feldkapazität), ist schwierig abzuschätzen. Häufig wird sie bei 60 bis 300 cm WS angesetzt (PAHLKE 1985). Dies setzt voraus, daß an den Poren der Vegetationsschicht tatsächlich eine Wassersäule von gleicher Höhe hängt, die über ihr Gewicht die genannte Wasserspannung erzeugt. Dies ist in Vegetationsschichten über natürlich gewachsenen Böden sicherlich der Fall, kaum jedoch in Rasentragschichten über Dränschichten aus Kies, da dort ein Großteil der Poren blind endet und daher über Umwege entwässert werden muß. In der Praxis wird daher die Entwässerung verbessert, wenn zwischen Rasentragschicht und Dränschicht eine Sandlage eingebaut wird, da von dieser eine Saugwirkung entsprechend der Höhe der darin vorhandenen Wassersäule ausgeht.

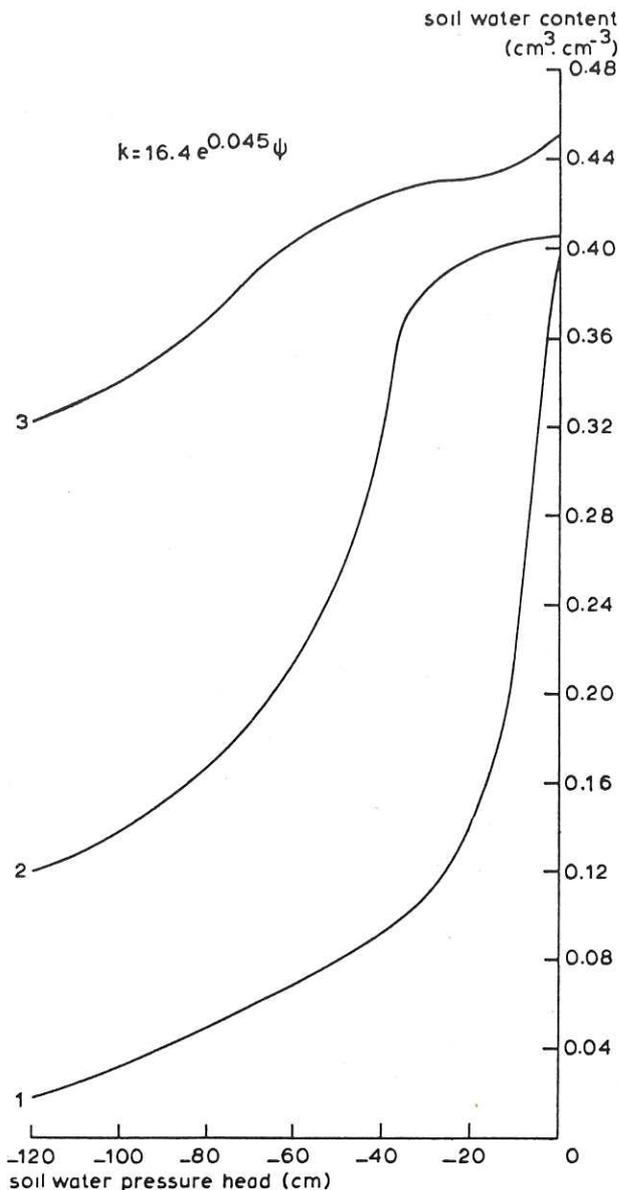


Abb. 3: Abhängigkeit des Wassergehaltes verschiedener Sande (Vol.-%) von der Wasserspannung (cm WS); Nr. 1: humusarmer Grobsand, Nr. 2: mäßig feiner humusarmer Sand, Nr. 3: mäßig grober humushaltiger Sand (nach VAN WIJK, 1980).

### 2.4 Wasserdurchlässigkeit

Nach den Überlegungen in Abschnitt 2.2 ist die Porengröße in Sanden und damit auch der Anteil an Poren, in dem Wasser größtenteils nicht mehr gegen seine Schwerkraft gebunden werden kann (Groporen mit einem Durchmesser größer als ca. 0,5 mm, siehe Tabelle 2), abhängig vom Durchmesser der Sandkörner. Die betreffenden Poren stehen für die Wasserableitung in tiefere Schichten uneingeschränkt zur Verfügung. Ihr Anteil und damit die Versickerungsrate von Wasser in Sand-schichten läßt sich grob nach der sogenannten HAZEN-schen Näherungsformel abschätzen (KUNTZE et al., 1983):

$$k_f = (d_{10})^2 \times 100 \text{ (m/d)}.$$

Mit Hilfe dieser Formel läßt sich die Wasserversickerung (in Meter Wassersäule pro Tag) von Sandgemischen aus deren Sieblinie berechnen ( $d_{10}$  = Korngröße in mm bei einem Siebdurchgang von 10 M.-%).

In Tabelle 3 ist die Wasserdurchlässigkeit einiger Sande unterschiedlicher Zusammensetzung aufgeführt. Sie wurde einmal nach der HAZEN-schen Näherungsformel berechnet, zum anderen gemäß dem in DIN 18035 T 4

Tab. 3: Berechnete und gemessene Wasserdurchlässigkeit sowie Wasserkapazität ausgewählter Sande

Nr.	$d_{10}$	$k_f$ nach HAZEN	mod. $k^*$	Wasserkapazität
	mm	mm/h	mm/h	Vol.-%
1	0,13	70	68—331	22—30
2	0,32	427	3960	34
3	0,058	14	0,4—36	45
4	0,20	167	155—1368	31

(DNA 1974) beschriebenen Verfahren zur Ermittlung des modifizierten Wasserschluckwertes (mod.  $k^*$ ) bestimmt. Die Ergebnisse zeigen, daß — wie zu erwarten — feinkörnige Sande (niedriger  $d_{10}$ -Wert) eine relativ geringe und grobkörnige eine hohe Wasserdurchlässigkeit aufweisen. Dies gilt sowohl für das Schätzverfahren als auch für die Messung. Die Ergebnisse beider Verfahren stimmen recht gut überein, ausgenommen die Durchlässigkeit des Grobsandes (Sand Nr. 2). Für mod.  $k^*$  sind in Tabelle 3 Bereichsspannen angegeben. Sie kommen dadurch zustande, daß in diesen Versuchen die Sande bei unterschiedlicher Feuchte verdichtet wurden. Dabei führten höhere Prüfwassergehalte in der Regel zu dichter Lagerung und entsprechend niedrigerer Wasserdurchlässigkeit. Bemerkenswert ist, daß die nach der HAZEN-schen Näherungsformel geschätzten  $k_f$ -Werte am besten mit den bei hohem Prüfwassergehalt ermittelten mod.  $k^*$ -Werten übereinstimmen.

In der letzten Spalte von Tabelle 3 sind zusätzlich einige Werte für die Wasserkapazität von Sanden aufgeführt, wie sie nach Verdichtung im Proctorgefäß zu ermitteln sind. Sie bewegen sich etwa zwischen 30 und 45 Vol.-% mit Ausnahme von Sand Nr. 1, der bei hohem Wassergehalt sehr verdichtungsanfällig ist und dabei das Volumen der wasserspeichernden Poren beträchtlich reduziert. Das andere Extrem bildet der ton- und schluffhaltige Sand Nr. 3, der die schlechteste Wasserdurchlässigkeit aufzuweisen hat. Hier ist davon auszugehen, daß praktisch das gesamte Porenvolumen zum Zeitpunkt der Wasserkapazitätsmessung (12 h nach Wasseraufgabe) noch mit Wasser gefüllt war, also kaum schnell dränende Poren vorhanden waren. Eine Beziehung zwischen Wasserkapazität und Wasserdurchlässigkeit besteht offensichtlich nicht.

### 3. Wichtige chemische Eigenschaften von Sanden

#### 3.1 pH-Werte und Kalkgehalte von Sanden aus Südbayern

Baustoffe von Vegetationsschichten müssen frei sein von pflanzenschädigenden Bestandteilen. Damit aus ih-

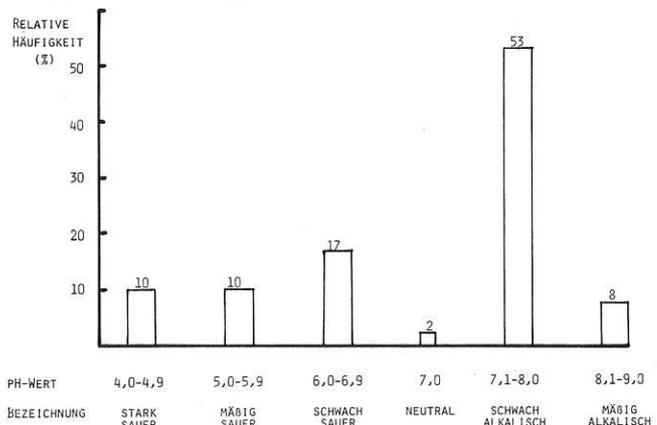


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der pH-Werte von Sanden aus Südbayern

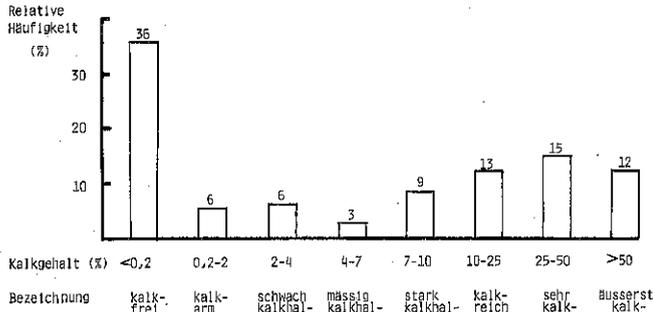


Abb. 5: Häufigkeitsverteilung der Kalkgehalte von Sanden aus Südbayern

nen ein pflanzengerechter Standort erstellt werden kann, darf darüber hinaus ihr pH-Wert nicht allzu weit vom Neutralpunkt (pH 7,0) entfernt sein (mäßig saure bis schwach basische Reaktion). Inwieweit diese Forderung von den im südbayerischen Raum z. B. beim Bau von Rensensportplätzen eingesetzten Sanden erfüllt wird, zeigt Abbildung 4.

Der Darstellung zufolge bilden die Hauptgruppe (mehr als 50%) Sande mit schwach alkalischer Reaktion, gefolgt von der Gruppe schwach saurer Sande. Knapp ein Drittel liegt außerhalb dieser Reaktionsbereiche.

Die Vermutung, daß ein Großteil der Sande angesichts dieser pH-Werte nicht kalkfrei sein kann, wird durch die Abbildung 5 bestätigt, in der die Häufigkeitsverteilung der Kalkgehalte dieser Sande dargestellt ist.

Demnach ist wohl mehr als ein Drittel der untersuchten Sande kalkfrei, 40% dagegen sind kalkreich bis äußerst kalkreich. Dies zeigt die Notwendigkeit an, bei der Erörterung der chemischen Eigenschaften von Sanden die der Kalksande gesondert zu berücksichtigen.

Die unterschiedliche Häufigkeitsverteilung der pH-Werte einerseits und der Kalkgehalte andererseits läßt nur einen losen Zusammenhang zwischen diesen beiden Sandeigenschaften vermuten. Abbildung 6, in welcher die jeweiligen pH-Werte und Kalkgehalte gegeneinander aufgetragen sind, bestätigt dies: Zwar sind wohl Sande mit pH-Werten unter pH 6 (gemessen in 0,01 molarer CaCl<sub>2</sub>-Lösung) im Gegensatz etwa zu Oberböden generell kalkfrei und ihr Kalkgehalt steigt im Mittel mit zunehmendem pH-Wert oberhalb dieses Schwellenwertes an, jedoch wird die Streuung der Kalkgehalte in gleicher Richtung ebenfalls größer. Daraus kann man folgern, daß der pH-Wert kalkhaltiger Sande außer vom Kalkgehalt selbst auch von der Reaktivität der vorhandenen Kalkart

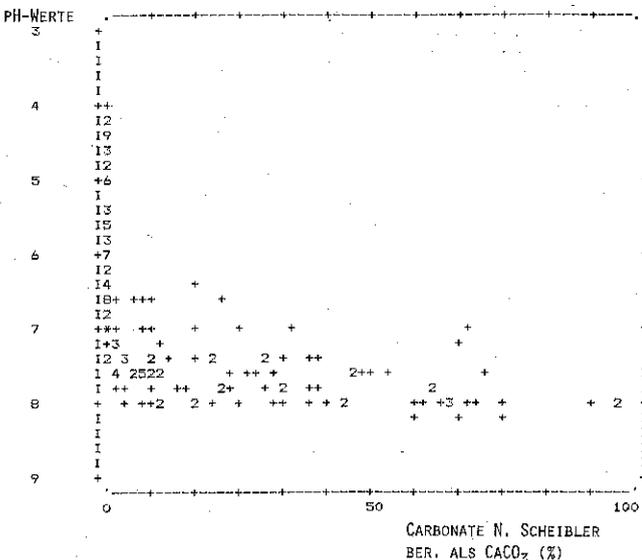


Abb. 6: Beziehungen zwischen pH-Wert und Kalkgehalt in Sanden aus Südbayern

Tab. 4: Ausprägung einiger ökologisch wichtiger chemischer Eigenschaften von Sanden

Eigenschaft	Ausprägung
Kationen-Austauschkapazität	G, gS: 1 mVal/100 g mS, fS: 2 mVal/100 g (U: 10 mVal/100 g) (IT: 20 mVal/100 g)
Nährstoffhaltefähigkeit	niedrig
Nährstoffgehalt	kalkfrei: niedrig kalkhaltig: niedrig (bis auf Ca und ggf. Mg)
pH-Pufferung	kalkfrei: niedrig kalkhaltig: mittel-hoch
Lösungs- und Verwitterungsbeständigkeit	kalkfrei: hoch kalkhaltig: je nach Art

(Löslichkeit und Lösungsrate der Carbonate) bestimmt wird.

### 3.2 Weitere wichtige chemische Eigenschaften

In Tabelle 4 sind einige chemische Eigenschaften von Sanden aufgeführt, die neben dem pH-Wert und dem Kalkgehalt für die Ernährung von Pflanzen in Vegetationsschichten aus Sand bzw. sandreichen Materialien von Bedeutung sind. Sie wurden aus Lehrbüchern der Bodenkunde (z. B. KUNTZE et al., 1983) bzw. Anleitungen zur Kartierung von Böden (ANONYM, 1982) zusammengestellt.

Im Vergleich zu anderen Bodenarten weisen somit Sande eine niedrige bis sehr niedrige Kationenaustauschkapazität auf. Entsprechend niedrig ist ihre Nährstoffhaltefähigkeit. Wegen ihrer geringen spezifischen Oberfläche verwitern sie nur langsam und enthalten nur geringe Mengen nährstoffhaltiger Minerale. Daher ist die Nährstoffnachlieferung bzw. der Vorrat leicht verfügbarer Nährstoffe minimal. Sande sind daher besser zu düngen als andere feinteilreichere Bodenarten, wenn ein ordnungsgemäßes Pflanzenwachstum erzielt werden soll. Wegen der niedrigen Nährstoffhaltefähigkeit sollten die benötigten Nährstoffmengen häufig und in kleineren Gaben verabreicht werden, da sie sehr schnell ausgewaschen werden und dann dem Zugriff der Pflanzenwurzeln entzogen sind. Da der pH-Wert von Sanden schlecht gepuffert ist, bei der Zufuhr relativ geringer Mengen an Säuren bzw. Basen also große Ausschläge zeigt, sind physiologisch neutral wirkende Dünger zu verwenden bzw. häufiger Kalkgaben auszubringen, damit der pH-Wert in dem für die Pflanzen optimalen Bereich bleibt. Versauerungsschübe sind auf der anderen Seite nicht so kritisch wie bei tonhaltigen Böden, da von Sand kaum pflanzenschädliches Aluminium freigesetzt werden kann.

Zusammenfassend kann man daher Sande bzw. Sandböden aus der Sicht der Pflanzenernährung nur als schlechte Pflanzenstandorte bezeichnen, deren Qualität durch Beigabe entsprechender Zuschlagsstoffe verbessert werden muß. Kalksande bilden hierbei in mancher Hinsicht eine Ausnahme: Der in ihnen enthaltene Kalkvorrat bewirkt durch ständige Verwitterung eine stark verbesserte pH-Pufferung und eine ausreichende Nachlieferung der Nährstoffe Calcium und — falls es sich um Dolomitsande handelt — Magnesium.

### 3.3 Verwitterung von Kalksand

Kalkfreie Sande sind als verwitterungsresistent zu bezeichnen. Calcium- und Magnesiumcarbonate zählen dagegen zu den Mineralien, die als relativ leicht verwitterbar angesehen werden müssen. Das Ausmaß der Verwitterung wird beeinflusst durch innere Eigenschaften der

**Tab. 5:**  
Relative Verwitterbarkeit verschiedener Kalkformen (nach KUNTZE et al., 1983, S. 90)

HAUPTKOMPONENTE	RELATIVE VERWITTERBARKEIT BZW. LÖSLICHKEIT	
	LEICHT	SCHWER
CaCO <sub>3</sub>	KALKSTEIN, PORÖS; QUELLKALK (KALKTUFF) OOLITHKALKSTEIN SCHILLKALKSTEIN AUS KALKSCHALEN KALKSTEIN, DICHT; RIFFKALKE SINTERKALKSTEIN (TRAVERTIN) SPATKALKSTEIN	
MgCO <sub>3</sub> u. CaCO <sub>3</sub>	DOLOMITSTEINE	
SiO <sub>2</sub> u. CaCO <sub>3</sub>	KIESELKALKSTEIN	

vorliegenden Carbonate und durch die Aggressivität der an der Oberfläche angreifenden Lösungsmittel. In welcher Weise z. B. die Art der vorhandenen Kalke die Verwitterbarkeit beeinflusst, zeigt Tabelle 5. Es geht daraus hervor, daß in Abhängigkeit von der Art der Carbonate und ihrer Auskristallisierung beträchtliche Unterschiede vorhanden sein können.

In welchem Ausmaß andererseits äußere Einflüsse die Verwitterung und damit den Austrag von Carbonaten aus Vegetationsschichten beeinflussen können, soll am Beispiel des Calciumcarbonates verdeutlicht werden.

In reinem Wasser ist Calciumcarbonat relativ wenig löslich, nämlich nur zu 15 mg/l (D'ANS-LAX, 1967). Unter dem Einfluß von Säuren steigt die Löslichkeit jedoch erheblich an. Eine im Boden und in der Atmosphäre immer vorhandene Säure ist die Kohlensäure. In Tabelle 6 ist der Einfluß der Kohlensäurekonzentration auf die Löslichkeit von Calciumcarbonat dargestellt. Unter den dort aufgeführten Annahmen kann man mit einem Austrag von ca. 35 g/m<sup>2</sup> und Jahr an CaCO<sub>3</sub> rechnen.

Weitere Prozesse, die in Vegetationsschichten zur Versauerung (Säurebildung) beitragen können, sind in Tabelle 7 aufgeführt.

Der Einfluß des umweltbedingten Säureeintrags und die durch die Aufnahme von Nährstoffen von den Pflanzen

**Tab. 6:**  
Verwitterung von Calciumcarbonat in Abhängigkeit vom Kohlensäuregehalt der Umgebungsluft (nach KUNTZE et al., 1983, S. 155, verändert)

Atmosphäre:	CO <sub>2</sub> -Partialdruck:	0,00031	bar
	CaCO <sub>3</sub> -Löslichkeit:	52	mg/l
	Niederschlag:	800	mm/Jahr
	Verdunstung:	500	mm/Jahr
	CaCO <sub>3</sub> -Austrag:	15,6	g/m <sup>2</sup> u. Jahr
Boden:	CO <sub>2</sub> -Partialdruck:	0,0033	bar
	CaCO <sub>3</sub> -Löslichkeit:	117	mg/l
	CaCO <sub>3</sub> -Austrag:	35,1	g/m <sup>2</sup> u. Jahr

**Tab. 7:**  
Weitere Einflußgrößen auf die Carbonatverwitterung (Nr. 1 und Nr. 2 nach MEYER 1985)

Einflußgröße	Säureeintrag bzw. -produktion mol H <sup>+</sup> /m <sup>2</sup> u. Jahr bzw. mmol H <sup>+</sup> /l	Kalkverbrauch für Neutralisation g CaCO <sub>3</sub> /m <sup>2</sup> u. Jahr bzw. g CaCO <sub>3</sub> /l
1. Umwelt (SO <sub>2</sub> )	0,1	5
2. Kationenüberschuß im Aufwuchs	0,15—0,5	7,5—25
3. physiologisch saure Düngung, z. B. 25 g N als schwefel-saures Ammoniak	1,786	89
4. Torfzusatz, z. B. Hochmoortorf, KAK = 50 mVal/l	50	2,5

verursachte Versauerung ist im Vergleich zu den etwa durch physiologisch saure Stickstoffdüngung bzw. die Einarbeitung von Torf in Vegetationsschichten erzeugten Säuremengen relativ gering. Allerdings ist auch durch den häufigen Einsatz der genannten Düng- und Bodenverbesserungsmittel der CaCO<sub>3</sub>-Gehalt eines Sandes nur sehr langsam zu verringern: Geht man davon aus, daß eine Vegetationsschicht ca. 10 M.-% CaCO<sub>3</sub> enthält, 15 cm mächtig ist und eine Lagerungsdichte von 1,5 t/m<sup>3</sup> aufweist, dann enthält 1 m<sup>2</sup> 22,5 kg CaCO<sub>3</sub>. Nach den in Tabelle 7 aufgeführten Zahlen kann man pro Jahr mit einem Kalkverbrauch von bis zu 100 g/m<sup>2</sup> rechnen. Bis sich der gesamte Kalk der Vegetationsschicht aufgelöst hat, vergehen somit zwei- bis dreihundert Jahre.

Als letztes bleibt die Frage nach der Wirkung der Kalkverwitterung zu klären. Positiv wird sicherlich zu bewerten sein, daß durch die Auflösung von Kalcken der pH-Wert in Vegetationsschichten gut abgepuffert ist, so daß dieser kaum kontrolliert werden muß und auf Kalkungsmaßnahmen verzichtet werden kann. Die Verbesserung der Ca- und Mg-Versorgung der Pflanzen gegenüber kalkfreien Sanden wurde bereits erwähnt.

An negativen Wirkungen sind folgende zu nennen: In gemischten Pflanzenbeständen werden kalkliebende Pflanzenarten dominieren bzw. sich Bestände säureliebender Pflanzen kaum etablieren. Da viele Spurenelemente sich bei niedrigem pH-Wert besser lösen als bei höherem, treten Schwierigkeiten in der Versorgung der Pflanzen auf kalkhaltigen Substraten eher auf als auf kalkfreien. Besonders bedeutsam dürfte jedoch die Tatsache sein, daß gelöstes Calciumcarbonat bei Wasserverdunstung wieder ausfallen kann. Geschieht dies häufiger (wechselfeuchte Bedingungen), dann können sich in Entwässerungssystemen Kalkbeläge ausbilden, welche die Funktionsfähigkeit erheblich beeinträchtigen können.

Damit gilt es schließlich die Frage zu beantworten, ob man Kalksande im Landschafts- und Sportplatzbau verwenden kann. Sie kann mit ja beantwortet werden, wenn nicht gerade ein Pflanzenbestand mit kalkmeidenden Arten zu erzielen ist. Dies gilt auch für Rasenbestände, da in den letzten Jahren viele Sorten auf den Markt gekommen sind, die auf kalkhaltigen Böden ebensogut gedeihen wie auf kalkfreien. Bedenken sind dann gegeben, wenn Entwässerungssysteme vorhanden sind, die häufiger austrocknen. Hier sollte man möglichst kalkfreie oder wenigstens kalkarme Sande zum Bau verwenden. Möglicherweise sind für diesen Zweck auch Sande mit höherem Kalkgehalt verwendbar, wenn deren Carbonate relativ langsam verwittern. Leider gibt es derzeit keine praktikable Methode, diese Sande von schlechteren Qualitäten zu trennen, außerdem kennt man die unter natürlichen Bedingungen zu erwartende Auflösungsrate verschiedener Kalksande noch zu wenig, als daß man in dieser Hinsicht Empfehlungen geben könnte. In beiden Richtungen die Grundlagen zu erweitern ist der Gegenstand weiterer Forschungsarbeiten.

**Verfasser:** Dr. B. DELLER, Bayerische Hauptversuchsanstalt für Landwirtschaft Weihenstephan, 8050 Freising 12

#### Literatur

- ANONYM (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. — 3. Aufl., hrsg. von Arbeitsgruppe Bodenkunde der Geologischen Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe der Bundesrepublik Deutschland, Hannover.  
D'ANS-LAX (1967): Taschenbuch für Chemiker und Physiker. — 3. Aufl., 1. Bd. — Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York.  
DNA (1969): DIN 4022 T 1: Baugrund und Grundwasser. — Beuth-Verlag, Berlin und Köln.

DNA (1971): DIN 18123 (Vornorm): Baugrund — Korngrößenverteilung. — Beuth-Verlag, Berlin und Köln.  
 DNA (1974): DIN 18035 T 4: Sportplätze, Rasenflächen. — Beuth-Verlag, Berlin und Köln.  
 DNA (1979): DIN 18035 T 2: Sportplätze, Bewässerung von Rasen- und Tennenflächen. Beuth-Verlag, Berlin und Köln.  
 KUNTZE, H., J. NIEMANN, G. ROESCHMANN u. G. SCHWERDTFEGER (1983): Bodenkunde. — Uni-Taschenbuch 1106, Ulmer Verlag, Stuttgart.  
 MEYER, B. (1985): Materialien zur Exkursion der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft auf den Drakenberg bei Göttingen. — Exkursionsführer; im Druck.

PAHLKE, K. (1985): Bodenphysikalische Bemessungsgrößen der Beregnung von Rasenflächen. — *Rasen-Turf-Gazon* 16, 71—75.  
 RENGER, M., O. STREBEL u. W. GIESEL (1974): Beurteilung bodenkundlicher, kulturtechnischer und hydrologischer Fragen mit Hilfe von klimatischer Wasserbilanz und bodenphysikalischen Kennwerten. — *Z. f. Kulturtechnik u. Flurbereinigung* 15, 148—160; 206—221; 263—271.  
 VAN WIJK, A. L. M. (1980): Soil water conditions and playability of grass sportsfields. II. Influence of tile drainage and sandy drainage layer. — *Z. f. Vegetationstechnik* 3, 16—22.

## Sand als Baustoff für Rasenflächen\*) — Lavasande —

H. Bast, Koblenz

### Zusammenfassung

Bei der Anlage von Rasensportplätzen wird Lava seit etwa 15 Jahren als Dränschichtbaustoff und Gerüstbaustoff für Rasentragschichten verwendet. Die in der DIN 18035/4 für Dränschichtmaterial vorgegebenen Mindestanforderungen werden in der Regel problemlos erreicht. Als Gerüstbaustoff für Rasentragschichtgemische trägt Lava wesentlich zur Erhöhung der Wasserspeicherefähigkeit und Scherfestigkeit bei.

### Sand as a building material for turf grounds — Lava sands —

#### Summary

Lava has been used for the past 15 years when turf sports grounds were built. It served as a building material in the drainage layer and as a skeleton material in the carrying layers of the turf. The minimum requirements of drainage layer materials as laid down in DIN 18035/4 are generally met quite easily. Lava, as a skeleton building material in mixtures for the carrying layers of turf promotes essentially the water retaining capacity and the firmness when the turf is clipped.

### Sables dans la construction de terrains engazonnés

#### — sables de lave —

#### Résumé

Depuis une quinzaine d'années on utilise des laves en tant que matériaux assurant le drainage et le support dans les couches nourricières lors de l'installation de pelouses de sport. Les laves répondent sans problèmes aux exigences requises par la norme DIN 18035/4 pour les matériaux des couches de drainage. Elles contribuent en tant que matériaux de support dans les couches nourricières à l'amélioration de la capacité de rétention en eau et de la résistance au cisaillement.

### 1. Vorkommen

Die für uns in Betracht kommenden Lavasande werden praktisch ausschließlich in dem sog. Laacher Vulkangebiet abgebaut. Es handelt sich hier um eine Region der Osteifel, eingebettet zwischen Rhein, Mosel und Brohltal. Dieses Vulkangebiet ist ein Teil des großen mitteleuropäischen Vulkanbogens, der sich von der Westeifel bis hin zur Lausitz spannt.

Bedingt durch eine vor ca. 600 000 Jahren verstärkte einsetzende Hebung des Rheinischen Schiefergebirges sind regionale Hebungen der Erdkruste entstanden. Dies wiederum führte zur Bildung von tiefgehenden Spalten, durch welche unter Gasdruck gewaltige Magmamassen explosionsartig aus dem Erdinneren emporgeschleudert worden sind. Diese Vulkaneruptionen in der eingangs beschriebenen Region fallen in das letzte Drittel der Eiszeit. Sie endeten vor etwa 10 000—11 000 Jahren, und damit zählt das Laacher Vulkangebiet zu den jüngsten Vulkangebieten in Mitteleuropa.

Heute ist diese Region gekennzeichnet durch die typische Erscheinungsform der basaltischen Schichtvulkane. Diese Erhebungen haben in der Regel die Form eines Kegels mit einem Basisdurchmesser von bis zu 500 m. Ihre Höhe liegt zwischen 40 m und 60 m, bisweilen sind sie aber auch über 100 m hoch. Nachdem die glühenden Magmamassen bei der Eruption noch flüssig niedergefallen sind, breiteten sie sich fladenartig aus und verschweißten mit der Unterlage und nachfallendem Material. Hierin eingebettet finden wir kleinere Schmelzsteile — Lapilli —, die schon in der Luft erstarrt sind und zum Teil wundersam gedrehte Formen aufweisen.

Hochgeschleuderte und schnell erkaltete Lockermassen sind schwarz gefärbt, bedingt durch feinstverteilten Magnetit. Dagegen sind noch heiß abgelagerte und läng-

sam erkaltete Lockermassen rötlich-braun durch Oxydation von Eisen.

Eifel-Lava ist, da im Vulkanfeuer geläutert und durchgeglüht, homogen, zäh und fest. Sie wird als Naturwerkstein schon seit Jahrhunderten in bodenständiger Bauweise verarbeitet. Bereits die Baumeister der Römer stellten die der Witterung besonders ausgesetzten Architekturteile wie Sockel, Portale, Fensterumrahmungen usw. aus Lava her. An uralten Bauwerken, deren Ursprung Jahrtausende zurückliegt, sind auch heute noch keine Spuren von Verwitterung sichtbar.

### 2. Abbau

Dennoch hat eine steinbruchmäßige Gewinnung der Lava, die sich an industriellen Maßstäben orientiert hat, erst etwa 1930 in bescheidenem Umfang begonnen. Einzig nennenswerter Verwendungszweck war damals der Straßen-, Wege- und Platzbau. Erst mit der nach dem 2. Weltkrieg einsetzenden Wiederaufbauphase, als sich die Lava, in entsprechenden Körnungen aufbereitet, als Betonzuschlagstoff endgültig etablieren konnte, hat sich die Lavagewinnung zu einem regelrechten Industriezweig entwickelt. Nachdem weitere Anwendungsbereiche, wie insbesondere die Abwasserreinigung und der Sportplatzbau, hinzugewonnen werden konnten, ist diese junge Industrie sogar aus ihrer zunächst nur lokalen Bedeutung hinausgetreten.

Die Jahresproduktion an Lava beträgt heute ca. 4—5 Mio. t. Die Gewinnung erfolgt im Tagebau dergestalt, daß die miteinander verschweißten Lockermassen in der Regel von schwersten Planierraupen mit Heckaufreißern gelöst werden. In jüngster Zeit haben sich für diesen schweren Einsatz auch Hydraulikbagger mit einem Eigengewicht von ca. 100 t und ca. 500 PS Motorstärke gut bewährt.

Die weitere Aufbereitung der so gewonnenen Rohlava erfolgt steinbruchmäßig über Vor- und Nachbrechanlagen.

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

Bei der sich anschließenden Absiebung und Dosierung können praktisch alle Kundenwünsche erfüllt werden. Aufgrund der günstigen Lage des Laacher Vulkangebietes zum Rhein erfolgt der Versand größtenteils per Schiff. Der LKW-Versand ist auf einen Radius von etwa 150—200 km begrenzt. Einige Lieferwerke besitzen einen Gleisanschluß, so daß zahlreiche Abnehmer auch per Waggon beliefert werden können.

### 3. Zusammensetzung

Die chem. Zusammensetzung von Lava sieht wie folgt aus:

SILICIUMDIOXYD	35—45 %
ALUMINIUMOXID	11—14 %
CALCIUMOXID	11—17 %
EISENOXYD	10—12 %
MAGNESIUMOXID	6—16 %
KOHLENSTOFFDIOXYD	1 %
TITANDIOXYD	2—4 %
KALIUMOXID	4 %
NATRIUMOXID	4 %
CHEM. GEB. WASSER	3 %

Sie ist praktisch identisch mit der von Basalt und unterscheidet sich lediglich durch die Eigenart der geophysikalischen Entstehung. Im Gegensatz zum gerundeten und in seiner Oberfläche glatten Quarzsandkorn ist Lava ein poröses Naturgestein.

Wegen seiner rauhen, kantigen Kornform ist ein Kornge- menge um so verzahnungswilliger, je besser es abge- stuft ist. Der Baustoff enthält weder leicht lösliche pflanzen- schädliche Bestandteile noch freies Karbonat.

### 4. Verwendung

Als Baustoff für Sportplätze generell ist Lava in der Wiederaufbauphase nach dem Kriege zunächst bei Tennen- plätzen in den Vordergrund getreten. Bei Rasenplätzen hingegen — und dieses Thema steht ja hier im Vorder- grund — hat man Lava in dem Umfange mehr und mehr eingesetzt, wie sich die heute gültigen Erkenntnisse der Vegetationstechnik durchgesetzt und verbreitet haben. Man kann hier von einem Zeitraum von etwa 15 Jahren ausgehen.

Beim Neubau von Rasensportplätzen wird Lavasand bzw. Lavakiessand als Dränschichtbaustoff und als Ge- rüstbaustoff für Rasentragschichten verwendet. Wenn auch die Dränschichtbauweise nur noch gelegentlich bei Standorten mit unzureichender Wasserdurchlässig- keit des Baugrundes oder wenig standfesten Böden (DFB, Sportplatzbau u. -unterhaltung) zur Ausführung kommt, so ist gerade wegen der kritischen Standortfrage die sorgfältige Auswahl des Baustoffes von großer Wichtigkeit.

#### 4.1 Dränschicht

An der Frostbeständigkeit von Lava im Sinne der DIN 4226-3 bestehen keine Zweifel. Der für Dränschicht- baustoffe geforderte Wasserschluckwert mod. K\* von mindestens 0,01 cm/s wird problemlos erreicht. Da im Hinblick auf die Kornabstimmung zur Rasentragschicht zweckmäßigerweise ein sandreiches Gemisch gewählt wird, ist es wichtig zu wissen, daß der Massenanteil an Bestandteilen  $d \leq 0,063$  mm bei Lava durchaus höher liegen kann als bei anderen Baustoffen. Schluffanteile aus Lava neigen nämlich nicht im gewohnten Maße dazu, die Wasserdurchlässigkeit durch Verstopfung der Poren herabzusetzen.

Neben der Wasserabführung hat die Dränschicht natür- lich auch die Aufgabe der Wasserspeicherung. Deshalb ist die Wasserkapazität von Lava als offenporigem Bau- stoff von großer Bedeutung. Sie ist bei Lava 0—32 mm mit ca. 20 Vol.-% fast doppelt so hoch wie bei Kies mit 0—32 mm. Darauf ist es zurückzuführen, daß in Trocken- perioden die Rasenwelke bei einer Dränschicht aus Lava um durchschnittlich 2—3 Tage später eintritt als bei Kies. Diese ausgleichende Wasserabgabe bedeutet eine Verbesserung des Rasenaspektes und eine Wasserein- sparung von 20 bis 30 % (SKIRDE 1975).

Die im wesentlichen auf das hohe Porenvolumen zurück- zuführende hohe Wasserkapazität einerseits und die durch die bereits erwähnte Verzahnungsfähigkeit gegebene sehr gute Tragfähigkeit andererseits erlauben eine Minimierung der Dränschichtdicke bei Verwendung von Lava. Neben einer Kostenersparnis wird dabei auch der Überlegung Rechnung getragen, daß die für die Rasen- bewurzelung als Störschicht zu betrachtende Drän-

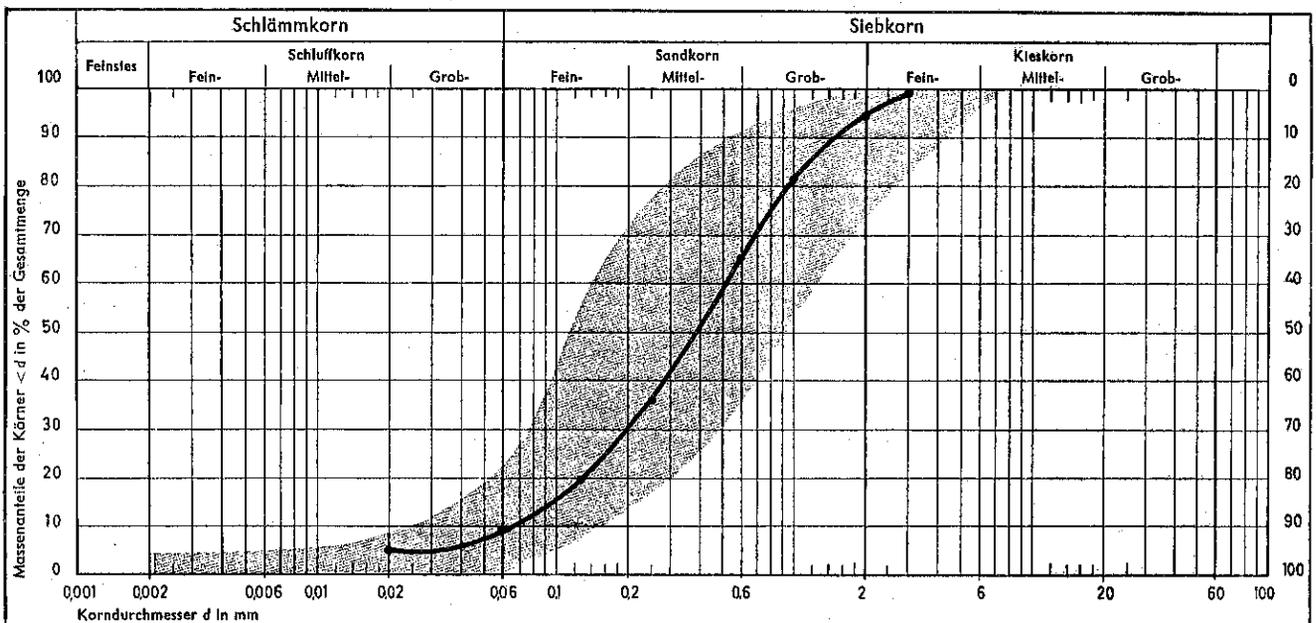


Abb. 1: Lavalitsand 0-3

schicht möglichst nur 10 cm stark gebaut wird (SKIRDE 1973).

Für Hersteller und Verarbeiter dieses Baustoffes ist der Hinweis wichtig, daß insbesondere im Hinblick auf eine gute Kapillarwirkung des Korngemenges seine Anteile an Fein- und Mittelsand kontinuierlich abgestuft sein müssen. Deshalb ist der geforderte Körnungsbereich einzuhalten und sind Entmischungen zu vermeiden (FRANKEN 1977).

#### 4.2 Rasentragschicht

Während der Verwendung von Lava als Dränschichtbaustoff wegen hoher Frachtkosten trotz aller technischer Vorteile regionale Grenzen gesetzt sind, hat sich Lava 0—3 mm als Gerüstbaustoff zur Herstellung von Vegetationsschichten bzw. Rasentragschichten überregional durchgesetzt. Der Grund hierfür liegt darin, daß alle wichtigen Anforderungen und Eigenschaften mehr oder weniger gut erfüllt werden.

Erstes Kriterium zur Beurteilung eines Gerüstbaustoffes ist seine Korngrößenverteilung. Wie der Abbildung 1 zu entnehmen ist, liegt der Anteil an Schluffkorn  $d \leq 0,02$  mm unter 8 %. Der Anteil an Fein- und Mittelsand ist ansprechend. Generell kann gesagt werden, daß sich der Verlauf der Körnungslinie innerhalb des von der DIN 18035-4 vorgegebenen Kornverteilungsbereichs um so positiver beeinflussen läßt, je höher der Anteil an Brechsand ist.

Wie Sieblinie und Kornstruktur erwarten lassen, ist Lava 0—3 mm besonders dazu geeignet, die Wasserdurchlässigkeit eines Rasentragschichtgemisches zu verbessern. Nach Untersuchungen von LIESECKE (1978) beträgt die Wasserdurchlässigkeit (mod. K\*) für Lava 0—3 mm nach Kapillarsättigung je nach Herkunft der Probe  $3,9 \times 10^{-3}$  bzw.  $4,5 \times 10^{-3}$  cm/s. Normaler Sand 0—3 mm hingegen erreicht unter gleichen Bedingungen nur einen Wert von  $1,1 \times 10^{-2}$  cm/s. Da Lava im Gegensatz zu zahlreichen Sanden vor allem aus dem süddeutschen Raum kein kristallines  $\text{CaCO}_3$  enthält, verändert sich die Wasserdurchlässigkeit auch nicht.

Im Hinblick auf die Wasserspeicherung sind die genannten Ergebnisse von LIESECKE (1978) ebenfalls sehr aufschlußreich. Während bei Lava 0—3 mm mit einem Gesamtporenvolumen von ca. 48 % der Wassergehalt bei Kapillarsättigung ca. 40 % beträgt, liegt er bei Sand 0—3 mm mit einem Gesamtporenvolumen von ca. 32 % bei ca. 24 %. Diese in bezug auf die Wasserspeicherung für Lava herausragende Stellung ist zurückzuführen auf die Eigenporosität, rauh-kantige Kornform und ausgewogene Kornabstufung.

Die zuletzt genannten Eigenschaften der Lava, verbunden mit der bereits erwähnten Frostbeständigkeit und Verschleißbeständigkeit, gewährleisten die erforderliche Scherfestigkeit der Rasentragschicht. Aus diesem Grunde kann auf die ansonsten notwendige Stabilisierung der Rasentragschicht durch Zusatz bindiger Feinbestandteile, die ihrerseits jedoch die Wasserdurchlässigkeit durch Porenverstopfung herabsetzen, verzichtet werden (SKIRDE 1975).

Nach Erörterung der wichtigsten bodenmechanischen und bodenphysikalischen Kriterien nun noch einige Überlegungen zu den vegetationstechnischen Eigenschaften von Lavasand. (Diese gelten im übrigen auch analog für den Dränschichtbaustoff 0—32 mm.) Die Mindestanforderung an einen Baustoff ist zunächst einmal, daß er sich pflanzenneutral verhält.

Ein Blick auf die im Lavasand enthaltenen Nährstoffe und Spurennährstoffe zeigt jedoch, weshalb Lavasand

Tab. 1: Gehalte an Nährstoffen u. Spurennährstoffen in Lavasand

Nährstoffe		ca. mg/kg
MANGAN	Mn	10
EISEN	Fe	140
ZINK	Zn	120
MAGNESIUM	Mg	20
KUPFER	Cu	57
PHOSPHORSÄURE	$\text{P}_2\text{O}_5$	60
KALI	$\text{K}_2\text{O}$	770
BOR	B	12
CHROM	Cr	115
NICKEL	Ni	51
BLEI	Pb	15

in großem Maße vegetationsfördernd ist (Tab. 1). Vor allem die zahlreichen Spurennährstoffe verdienen Beachtung. Zu dem hohen Anteil an Kali mit ca. 770 mg/kg muß allerdings einschränkend festgestellt werden, daß er nach Gießener Versuchen aus dem Jahre 1983 nur teilweise pflanzenverfügbar ist.

Die Bodenreaktion (pH-Wert) von Lava liegt mit 7,0—7,2 im schwach alkalischen Bereich und ist damit unproblematisch. Zur langfristigen Veränderung des pH-Wertes kann nach Untersuchungen von FRANKEN (1985) festgestellt werden, daß bei Lava/Sand-Gemischen eher ein leichter Anstieg festzustellen ist, während in Boden/Sand-Gemischen (eine Abnahme) ein Sinken des pH-Wertes „deutlich ausgeprägt“ ist. Dies ist nicht ohne Einfluß auf die botanische Zusammensetzung der Rasendecke.

#### 5. Schlußfolgerung

Die vorstehenden Überlegungen und Ergebnisse zeigen, daß Lavasand in bodenphysikalischer als auch in vegetationstechnischer Sicht ein Baustoff ist, der nicht nur Mindestanforderungen erfüllt, sondern darüber hinaus zahlreiche vegetationsfördernde Eigenschaften besitzt. Mit seiner ausgeprägten Fähigkeit der Wasserspeicherung und dem Angebot an Nährstoffen und Spurennährstoffen übernimmt Lava auch Aufgaben von Zuschlagstoffen.

Verfasser: H. BAST, Klausenbergweg 13, 5400 Koblenz

#### Literatur:

- DFB, 1981: Schriftenreihe „Sportplatzbau und -unterhaltung“. — Frankfurt/Main.
- FRANKEN H., 1977: Einige bodenphysikalische Eigenschaften der Lava. — *Rasen Turf Gazon* 8, 108—111.
- FRANKEN H., 1985: Einfluß verschiedener Bodeneigenschaften auf die botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände. — *Rasen Turf Gazon* 16, 57—60.
- LIESECKE, H.-J., 1978: Bodenphysikalische Untersuchungen an porösen Baustoffen für Vegetations- und Dränschichten. — *Z. f. Vegetationstechnik* 1, 3—15.
- SKIRDE, W., 1973: Bodenmodifikation für Rasensportflächen. — *Rasen Turf Gazon* 4, 21—24.
- SKIRDE, W., 1975: Eigenschaften und Verwendung von Lava für Rasensportflächen. — 8 S., unveröffentlicht.

## Zusammenfassung

Beim Bau von Sportrasenflächen ist die Verwendung von Sand als Bodenverbesserungsmittel in der Praxis kaum mehr wegzudenken. Für die Behandlung von Oberböden gilt er als Verdünnungsmittel und bezweckt die Förderung der Wasserdurchlässigkeit und die Verbesserung der Tragfähigkeit von Rasentragschichtgemischen. Bezogen auf die Gesamtbaukosten einer Sportrasenfläche, sind die Kosten für Bodenverbesserungsmaßnahmen mit Sand verhältnismäßig hoch, und die Frage nach preisgünstigeren, aber auch wirkungsspezifischeren Ersatzbaustoffen drängt sich heute aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und einer ökonomischen Nutzung natürlicher Baustoffe immer mehr auf. Als Alternativen zum Sand kommen, neben den in der Praxis bereits gut bekannten Kunstharzschäumprodukten, mehrheitlich Recyclingprodukte aus Baumrinde, Müllkompost und Klärschlamm in Betracht. Ihre nicht immer unproblematischen Zusammensetzungen und Eigenschaften erlauben heute, mangels praktischer Erfahrungen, nur einen vorsichtigen Einsatz im Sportrasenbau. Die Vielfältigkeit alternativer Baustoffe beeinflusst die Bodeneigenschaften sehr unterschiedlich und setzt somit vom Anwender gute Fachkenntnisse voraus. Unter Berücksichtigung der an die oberflächennächsten Bodenschichten gestellten Anforderungen, hinsichtlich Wasserdurchlässigkeit und der Tragfähigkeit, steht auch in Zukunft die Verwendung verwitterungs- und verschleißbeständiger sowie möglichst chemisch verträglicher mineralischer Baustoffe, wie Sand, im Vordergrund. Recyclingprodukte organischen oder mehrheitlich organischen Ursprungs sind oft wenig verwitterungs- bzw. verrottungsbeständig. Organische Abbauprodukte schließen wasser- und luftführende Poren, verringern die Tragfähigkeit und gehören somit nur in beschränkten Anwendungsmengen in die oberflächennächsten, mechanisch stark beanspruchten Vegetationsschichten. Außerhalb der verdichtungsgefährdeten Vegetationszonen bzw. im unteren Wurzelbereich von Rasenpflanzen können Recyclingprodukte einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung bodenmechanischer Voraussetzungen während der Bauphase und des Pflanzenstandortes sowie zur Einsparung von Sand und Düngemitteln beitragen.

## Alternative building materials to sand in the construction of turf sports grounds

### Summary

The use of sand seems to be practically indispensable when constructing turf sports grounds. It serves, when applied to the top soil, as a means of dilution. Its purpose is to improve the permeability and the carrying capacity of the mixtures of the turf carrying layer. When considering the total cost of construction of a turf sports ground, the cost of soil improvement measures involving sand is comparatively high. Therefore, the search for cheaper and at the same time more effective alternative building materials suggests itself today for economical reasons and with a view to an economic use of natural building materials.

The alternatives to sand, besides the well-known synthetic foam products, are mostly recycling products consisting of tree bark, garbage-compost and sewage sludge. Due to a lack of practical experience regarding their composition and their properties, which are not unproblematic, these products can only be used with caution when turf sports grounds are established. The alternative building materials, of which there is a great variety, influence the soil properties very differently. The person using these materials must have considerable technical skills. In view of the qualities required of the soil layer closest to the surface as far as permeability and carrying capacity are concerned, mineral building materials which are resistant to weathering and wear and tear and which are highly chemically compatible, such as sand, for example, will also in future play a major part. Recycling products of organic or highly organic origin are often not very resistant to weathering and decomposition respectively. Since organic substances which decay in the soil close the pores which carry water and air, reducing thus the carrying capacity, they should be used only in limited quantities in the vegetation layers closest to the surface, layers which undergo heavy mechanical pressure. Recycling products when applied to the vegetation zones which are not in danger of becoming clay pans and to the lower roots of the turf plants may bring about a considerable improvement of the soil mechanical conditions during the phase of construction and of the site of the plants and may cause a situation where less sand and fertilizer are required.

## Alternatives à l'emploi du sable dans les pelouses de sport

### Résumé

L'utilisation de sable pour améliorer le sol de pelouses de sport est une mesure dont la pratique ne saurait à peine se passer. Il est employé pour amaigrir la couche superficielle des sols et contribue à améliorer la perméabilité à l'eau et l'aptitude à la charge des couches de support. Les frais occasionnés par les mesures d'amélioration effectuées avec du sable sont relativement élevés par rapport au coût total d'une pelouse de sport, et de plus en plus, autant pour des raisons de rentabilité que pour l'utilisation économique de matériaux naturels, on est mené à rechercher d'autres solutions d'une part moins onéreuses et d'autre part plus spécifiques.

En tant qu'alternatives au sable se proposent, en dehors des produits à base de résines synthétiques expansées déjà bien connus en pratique, les produits de recyclage à partir d'écorces de bois, de composts urbains et de boues de gadoues. Leur composition souvent problématique et leur propriétés ne permettent, vu le manque d'expérience pratique, qu'un emploi prudent lors de l'installation de pelouses de sport. Par la multitude de ces matériaux alternatifs les effets sur le sol sont très variés ce qui demande de bonnes connaissances de l'utilisateur. Vu les qualités requises pour les couches superficielles du sol au niveau de la perméabilité et de l'aptitude à la charge, l'utilisation de matériaux minéraux résistants et peu altérables ainsi que chimiquement bien tolérés, tel que le sable, garderont également dans l'avenir une première importance.

Les produits de recyclage d'origine organique ou en majeure partie organique sont souvent peu résistants à l'altération et à la décomposition. Les matières libérées au cours de leur décomposition obturent les pores conductrices d'eau et d'air et diminuent l'aptitude à la charge. Leur application dans les couches de végétation proches de la surface du sol très exposées aux contraintes doit donc être limitée à des apports réduits. En dehors de cette zone resp. dans les couches racinaires plus profonde, des applications de produits de recyclage pourront contribuer à l'amélioration des conditions physiques du sol pendant l'installation et de l'emplacement local ainsi qu'à une économie de sable et de fertilisants.

## 1. Problemstellung

Der Einsatz von Sand als Bodenverbesserungsmittel im Sportrasenbau ist in der Praxis zur Selbstverständlichkeit geworden, wie das Düngen des Rasens. Weil der Bodenfachmann ihn in seinen bautechnischen Folgerungen empfiehlt, weil der Architekt ihn in seiner Bauauschreibung aufführt, und weil er heute einfach allgemein praxisüblich ist, werden kaum noch Sportrasenflächen

ohne die Aufbereitung des Oberbodens mit Sand gebaut. Nicht so klar wie das Erfordernis einer Oberbodenaufbereitung mit Sand sind die Art, die Zusammensetzung, die Menge und der Einsatzort alternativer Bodenverbesserungsmittel. Zu all diesen Fragen herrscht heute in Theorie und Praxis eine große Unsicherheit. Der Baustoffeinsatz scheint mehrheitlich von Gefühl und Tradition geprägt zu sein, und nur selten erkennt man die Auswirkungen und die weitgreifenden Zusammenhänge bestimmter Bodenverbesserungsmaßnahmen, was die Veränderung von Bodeneigenschaften betrifft. Der Einsatz von

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

Sand in den praxisüblichen Qualitäten und Quantitäten bedeutet in Verbindung mit Bodenbearbeitungsmaßnahmen sehr oft die Auslösung unzähliger und komplexer Reaktionen im Oberboden und somit die Veränderung physikalischer, chemischer und biologischer Bodeneigenschaften. Die extreme Beeinflussung eines Faktors im Ökosystem Boden, mag sie nach menschlichem Ermessen von noch so geringer Bedeutung sein, ist stets Auslöser kettenartiger Reaktionen auf alle übrigen Bodenfaktoren und dürfte somit bei der Behandlung von Fragen der Bodenverbesserung von zentraler Bedeutung sein.

Weltweite bedenkliche Umweltverhältnisse verpflichten uns heute und in Zukunft auf allen Gebieten des menschlichen Wirkens zu umweltgerechten und wirtschaftlich tragbaren bautechnischen Lösungen. Im Bereich Sportplatzbau bedeutet dies in erster Linie den gezielten und haushälterischen Einsatz natürlicher Bodenverbesserungs- und Düngemittel mit beschränkten Ressourcen sowie den Einsatz allfällig recycelter bzw. alternativer Baustoffe. Ebenso wichtig wie die Wirkung und der Preis bei der Wahl von Baustoffen sind die Überlegungen bezüglich Entstehung, Herkunft und Verfügbarkeit. Nur sie ermöglichen einen umweltgerechten und wirtschaftlich sinnvollen Einsatz.

Sand ist und bleibt auch weiterhin der meistverwendete Baustoff im Sportrasenbau. Es ist jedoch kaum auszuschließen, daß er sich künftig — nicht zuletzt durch die heutigen Umweltprobleme bedingt — vermehrt durch alternative Baustoffe substituieren läßt.

Im folgenden Bericht soll die praktische Auswirkung alternativer Baustoffe aufgezeigt und diskutiert werden.

## 2. Zielsetzungen einer Bodenverbesserung im Sportrasenbau

Der behandelte Themenkreis beschränkt sich auf den Wurzelraum bzw. auf die Vegetationszone einer Rasenkultur.

Der gezielte Einsatz von Baustoffen im Sportrasenbau ist erst dann möglich, wenn die Zielsetzung einer Oberbodenaufbereitung genau definiert, die Zusammensetzung und Eigenschaften des zu verbessernden Bodens und der zu verwendenden Baustoffe bekannt sind.

Die drei hauptsächlichen Zielsetzungen einer Oberbodenverbesserung, wie sie sich anhand neuester Erkenntnisse im Sportrasenbau ableiten lassen, sind:

Zielsetzung	Erforderliche Maßnahmen
— Erhöhung der Wasserdurchlässigkeit	— Vergrößerung des Anteils an wasserführenden Poren (Mittel- und Grobporen)
— Erhöhung der Tragfähigkeit	— Erhöhung der Scherfestigkeit des Bodens
— Optimierung des Pflanzenstandortes	— Einsatz spezifischer Bodenverbesserungs- und Düngemittel

Die Wasserdurchlässigkeit und die Tragfähigkeit sind durch rein mineralische, chemisch und biologisch neutrale bzw. inaktive Baustoffe (z.B. Quarzsand) zu beeinflussende Bodenparameter. Mit organischen und organisch-synthetischen Baustoffen lassen sich die physikalischen, chemischen und biologischen Parameter des Bodens beeinflussen. Silikatarme, mineralologisch vielseitig zusammengesetzte Sande sind oft nicht besonders verwitterungsbeständig. Endprodukte der physikalischen und chemischen Verwitterung vermögen deshalb auch die chemischen und

biologischen Bodeneigenschaften maßgebend zu beeinflussen.

Die Erkenntnis, daß eine Vegetationsschicht nicht ein steriles, entwicklungsunfähiges Gebilde darstellt, scheint sich allmählich durchzusetzen. Das vermehrte Verständnis für die kombinierte Anwendung mineralischer und organischer Baustoffe dürfte der Anfang einer positiven Entwicklung im Sportrasenbau sein.

## 3. Zusammensetzung und chemisch-physikalische Eigenschaften von Baustoffen

### 3.1 Allgemeines

Läßt man die Frage der Wirtschaftlichkeit von Bodenverbesserungsmitteln außer acht, gibt es heute eine Vielzahl geeigneter Baustoffe, die als Alternativprodukte zu Sand für Oberbodenverbesserungen eingesetzt werden können. Neben den mineralischen Gesteinsbaustoffen aus natürlichen Vorkommen sind heute auch die Gruppen mineralischer Umwandlungsprodukte, organische und synthetisch-organische Stoffe von praktischer Bedeutung bzw. von Interesse. Größtenteils handelt es sich um Halbfabrikate, die in verschiedenen Zweigen der Industrie, aber auch bereits im Garten- und Landschaftsbau Verwendung finden. Von besonderer Bedeutung sind viele recycelte organische Nebenprodukte aus Industrie und Gewerbe, die in die Produktlinien der Komposterden einzureihen sind. Im Zuge des Wiederverwertungsgedankens entsteht heute in vielen Gewerbe- und Industriebetrieben eine große Palette veredelter Abfallprodukte, und wir stehen nicht selten vor der Frage, wie und wo ein bestimmtes Produkt eingesetzt werden könnte.

Ist die genaue Zusammensetzung eines Produktes bekannt, lassen sich die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften und das Verhalten im Boden ableiten. Fehlen hingegen diese Angaben, ist die Anwendung als Bodenverbesserungsmittel mit großen Risiken verbunden. Produkte, die extreme chemische und biologische Reaktionen im Boden auslösen, die eine nachteilige Veränderung der Bodenstruktur und Bodentextur zur Folge haben oder sogar Pflanzen- und Bodenschadstoffe enthalten, sind nicht selten Ursachen für mißglückte Bodenverbesserungsmaßnahmen. Vor dem Einsatz unbekannter Baustoffe versuche man deshalb, den folgenden Fragenkatalog zu beantworten:

- a) Herkunft
- b) Herstellungsverfahren
- c) Chemische Daten
  - Hauptkomponenten
  - Zusammensetzung
  - pH-Wert
  - Totalsalzgehalt
  - C/N-Verhältnis
  - Nährstoffgehalt
  - Schwermetallgehalt
- d) Physikalische Daten
  - Korngrößenverteilung und Kornform
  - Raumgewicht
  - Wasserkapazität
- e) Produkteigenschaften
  - Lagerbeständigkeit und Handhabung
  - Verwitterungs- bzw. Verrottungsbeständigkeit
  - Nährstoffwirkung
  - toxikologisches Verhalten auf Mensch, Tier und Pflanze
  - ökologische Verträglichkeit.

Stoffgruppe	Bezeichnung	Marke/Typ	Bezugsquellen	Verfügbarkeit	Richtpreis
ORGANISCH	RINDENKOMPOST (verrottet mit Stickstoff)	diverse	Rindenkompostierwerke Gartenfachhandel	sehr gut	45.-- bis 50.--/m <sup>3</sup>
	BRAUNKOHLE (fermentiert)	"Perlhumus" "MO-90"	Gartenfachhandel	sehr gut	55.-- bis 60.--/t
	TEXTILFASERN	diverse	Textilindustrie (Reissereien)	beschränkt	70.-- bis 100.--/t
	KLÄRSCHLAMM (entwässert und ausgefault)	-	Kommunale Klär- anlagen	gut	gratis oder nur Transportkosten
SYNTHETISCH- ORGANISCH	KUNSTHARZSCHÄUM	"Styromull" "Hygropor" "Hygromull"	Kunststoffindustrie Gartenfachhandel BASF	sehr gut	80.-- bis 85.--/m <sup>3</sup> 75.-- bis 80.--/m <sup>3</sup>
	VERNETZTE ALKALI- POLYACRYLATE	"Antisecc"	Stockhausen GmbH	sehr gut	10.-- bis 12.--/kg
MINERALISCH	GLASSCHAUM	"Perlit"	Gartenfachhandel	sehr gut	85.-- bis 95.--/m <sup>3</sup>
	BLÄHTON	"Leca"	Baustoffindustrie	sehr gut	60.-- bis 65.--/m <sup>3</sup>
	AMORPHES SILIKAT BZW. KOLLOIDALE KIESELSÄURE	"Agrosil" LR	Gartenfachhandel BASF	sehr gut	3.--/kg
ORGANISCH- MINERALISCH	MÜLLKOMPOST	-	Müllkompostierungs- anlagen	gut	gratis oder nur Transportkosten

Tab. 1: Produktliste alternativer Baustoffe zu Sand

### 3.2 Alternative Baustoffe zu Sand

In der Praxis teils bereits gut eingeführte, aber bis heute auch weniger bekannte alternative Baustoffe zu Sand sind in Tabelle 1 aufgeführt. Sie lassen sich in organische, synthetisch-organische, mineralische und organisch-mineralische Stoffe unterteilen.

Bei den organischen Stoffen finden wir vor allem Rindenkompostprodukte als echte Alternativen

zu Torfprodukten, die im Garten- und Landschaftsbau in vergangener Zeit, nicht zuletzt zum Schutze unserer Moore, an Bedeutung gewonnen haben. Nach längerer Rotte- bzw. Fermentationszeit mit Stickstoff (N) entstehen humusreiche, nährstoffhaltige und die Bodenstruktur fördernde Produkte, die sich durchaus im Sportrasenbau verwenden lassen. Über die Verwertung des Abfallproduktes „Rinde“ als Bodenverbesserungsmittel berichtet S. BECKER-OLIGMÜLLER (1983).

MATERIALBEZEICHNUNG	ZUSAMMENSETZUNG	HANDELSFORM	PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN				
			Schüttgewicht $\phi$ (g/l)	Geeignete Korngrößen- bereiche ( $\phi$ mm)	Kornform Zustand	Porosität	Wassergehalt (%TS)
RINDENKOMPOST (verrottet mit Stickstoff)	Baumrinde/Holz	Sack- und Loseware	600	0 - 16	eckig- körnig	leicht offenporig	50-60
BRAUNKOHLE (fermentiert)	Braunkohle	Sackware	800	0 - 3	pulverig- körnig	-	30-50
TEXTILFASERN	Kunststoff	Sackware	60	Faser- länge ca. 5 cm	faserig	keine	-
KLÄRSCHLAMM (entwässert und ausgefault)	organische Abfallstoffe	Loseware	500	0 - 2	körnig- faserig	-	30-40
HARZ- SCHAUM	"Styromull"	Polysterolschaum	10	2 - 10	kugelig	keine	-
	"Hygropor"	Polysterolsch. + Harzschäum	14	0 - 8	flockig	offenporig	-
	"Hygromull"	org. syn. Harzsch.	22	0 - 8	flockig	offenporig	-
VERNETZTE ALKALI- POLYACRYLATE	Polyacrylat	Sackware	660	0 - 2	körnig	offenporig	-
GLASSCHAUM	Glas	Sackware	80	0 - 3	kugelig	mässig offenporig	-
BLÄHTON	Tonerde	Sack- und Loseware	450	0 - 3	kugelig	mässig offenporig	-
AMORPHES SILIKAT	Silikat	Sackware		0,25 - 4	körnig	-	-
MÜLLKOMPOST	Hausmüll	Loseware	300	0 - 16	körnig faserig	-	10-30

Tab. 2: Technische Daten alternativer Baustoffe zu Sand

Ausgezeichnete Lieferanten von organischer Substanz und wertvollen Huminsäuren sind durch Fermentation aufbereitete und mit Stickstoff (N) angereicherte Braunkohlenprodukte. Die Entwicklung dieser Produkte stand ursprünglich in enger Verbindung mit der Gewinnung der Braunkohle im Tagebau. Bei der Reaktivierung ausgekohelter Flächen gelang es, mit diesen Produkten den Humusspiegel junger Lössböden schnell und wirksam anzuheben, um den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen möglichst rasch optimale Wachstumsbedingungen zu schaffen. Untersuchungsergebnisse von SKIRDE (1985a) mit den Gehölzen *Deutzia scabra* und *Forsythia intermedia* lassen auch auf interessante Einsatzmöglichkeiten von Braunkohlenprodukten im Sportrasenbau schließen.

Textilfasern fallen als Abfallprodukt bei Reißereien an und finden sehr oft als Gerüststoff bei der Erdfabrikation eine sinnvolle Verwendung.

Seitdem Klärschlamm aus kommunalen Kläranlagen wegen des überhöhten Schwermetallgehaltes nur noch in beschränktem Rahmen in der Landwirtschaft Verwendung findet, steht heute die mechanische Entwässerung des Klärschlammes für eine geordnete Deponie im Vordergrund. Stichtester und somit transportfähiger Klärschlamm dürfte künftig, im Gegensatz zu Flüssigprodukten, interessante Anwendungsmöglichkeiten im Sportrasenbau öffnen. Versuche über die Langzeitwirkung von Klärschlamm in Vegetationsschichten (SKIRDE, 1985b) zeigen, daß Klärschlamm, je nach Zusammensetzung bzw. Ausgangszustand, eine ausgesprochen gute, langfristig wirksame N-Quelle sein kann. Der Autor erwähnt weitere günstige Eigenschaften, die für eine Verwendung im Sportrasenbau sprechen, unter der Voraussetzung seuchenhygienischer, toxikologischer und schadstoffbelastender Unbedenklichkeit.

In der Gruppe der synthetisch-organischen Stoffe sind vor allem Schaumstoffharze seit längerer Zeit von praktischer Bedeutung. Vorteilhafte Aus-

wirkungen auf den Wasser- und Lufthaushalt in gezielt behandelten Böden sind heute in der Praxis unumstritten und wurden bereits von verschiedenen Autoren mit umfassenden Exakt- und Praxisversuchen belegt (RASP, 1972; SKIRDE, 1982; FRANKEN, 1983; PRÜN, 1985).

Vernetzte Alkali-Polyacrylate sind hauptsächlich Erzeugnisse für die Humanmedizin und als ausgesprochene Wasserrückhaltemittel seit einiger Zeit bekannt. Diese besondere Eigenschaft macht man sich aber auch schon im Erdensektor für die Verbesserung der Wasserrückhaltung zunutze. Wie Untersuchungsergebnisse des Autors (HABEGGER, 1984) zeigen, ist die Wasseraufnahmefähigkeit dieser Produkte in Rindenkompsten stark vom pH-Wert und der Nährstoffkonzentration abhängig. So sinkt die Wasseraufnahmefähigkeit bei einem pH-Wert von 6,0 und einer normalen Nährstoffkonzentration für stark zehrende Topfpflanzen um gut 50%.

In die Gruppe der mineralischen Alternativbau- und Bodenwerkstoffe fallen Glasschaum, Blähton und amorphes Silikat. In der Zusammensetzung und den Eigenschaften sind sie Lavasanden sehr ähnlich; sie kennzeichnen sich auch durch eine gute Verwitterungsbeständigkeit und teils ausgeprägte Porosität bzw. Wasseraufnahmefähigkeit. Amorphes Silikat bzw. kolloidale Kieselsäure fördert die Bodenstruktur, die Sorptionskraft und die Nährstoffdynamik in Böden aller Art.

Als organisch-mineralischer Baustoff sei Müllkompost erwähnt, der bekanntlich vielerorts in großen Mengen anfällt, aber infolge des hohen Plastik-, Glas- und Schwermetallgehalts zu Kulturzwecken nur beschränkte Verwendung findet. Wo nicht die pflanzliche Produktion zu Ernährungszwecken im Vordergrund steht, wie dies beim Sportrasenbau zutrifft, und die gesetzlichen Schadstoffgehaltsgrenzen nicht überschritten werden, steht einer Verwendung zu Bodenverbesserungszwecken nichts im Wege.

PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN			CHEMISCHE EIGENSCHAFTEN							BIOLOGISCHE EIGENSCHAFTEN	
Wasserkapazität	Wasser- verfüg- barkeit	Verwitterungs- Verrottungs- beständigkeit	pH-Wert	Total- salz- gehalt	CaCO <sub>3</sub> - Gehalt	Organische Substanz pflanzlich/ tierisch (%TS)	Huminstoff- gehalt	Nähr- stoff- gehalt N P K	Schad- stoff- gehalt	Biologische Aktivität	
40 Vol. %	gut	unbeständig	6,5-7,5	normal	gering	65 - 80	hoch	mittel bis hoch	sehr gering	hoch	
40 Vol. %	gut	unbeständig	<7	normal bis hoch	gering	35 - 45	sehr hoch	gering bis mittel	sehr gering	mittel	
gering	gering	beständig	7	gering	0	0	0	0	keine	keine	
-	-	unbeständig	7-8,5	normal bis hoch	gering	30 - 35	gering	mittel bis hoch	Schwer- metalle	hoch	
sehr gering	sehr gering	beständig		gering	0	0	0	0	keine	keine	
50 Vol. %	gut	unbeständig		gering	0	0	0	gering	keine	keine	
50-70 Vol. %	gut	unbeständig		gering	0	0	0	gering	keine	keine	
50-250 ml/g	gut	mässig beständig	5,5	gering	0	0	0	0	keine	keine	
25 Vol. %	gut	sehr beständig	6,7-6,9	gering	0	0	0	P-betont	keine	keine	
5 Vol. %	gering	sehr beständig	7-8	gering	0	0	0	sehr gering	keine	keine	
-	-	beständig	7	gering	0	0	0	gering	keine	keine	
-	-	mässig beständige	7-8,5	normal bis hoch	gering	5 - 10	gering	gering bis mittel	Schwer- metalle	mittel	

Die Liste alternativer Baustoffe ließe sich noch beliebig verlängern. Da es sich aber sehr oft um teure und/oder nur in geringen Mengen verfügbare Stoffe handelt, seien sie hier nicht aufgeführt.

### 3.3 Technische Daten alternativer Baustoffe

Tabelle 2 gibt die wichtigsten technischen Daten alternativer Baustoffe wieder, wie sie bei einer zielgerichteten und praktischen Anwendung von Bodenverbesserungsmitteln zu berücksichtigen sind. Die Variabilität der Stoffe hinsichtlich Zusammensetzung und Eigenschaften führt uns die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten vor Augen, läßt aber auch ahnen, wie unterschiedlich sich die Stoffe in Vermischung mit Oberboden auswirken können.

## 4. Praktischer Einsatz alternativer Baustoffe

### 4.1 Allgemeines

Der Baustoffeinsatz zu Bodenverbesserungszwecken bedeutet stets einen mehr oder weniger großen Eingriff in das labile Ökosystem Boden. Direkte und indirekte Auswirkungen auf die verschiedenen Bodenparameter beeinflussen letztlich mehr oder weniger das Pflanzenwachstum. Der erfolgreiche Einsatz alternativer Baustoffe setzt Grundkenntnisse in Bodenkunde und ein hohes theoretisches und praktisches Fachwissen im Sportplatzbau voraus. Er ist stets in Kombination mit einem oder mehreren anderen Stoffen zu betrachten, vorausgesetzt, daß Sand weiterhin als unentbehrlicher Baustoff im Sportrasenbau gilt.

### 4.2 Veränderung der Bodeneigenschaften mit alternativen Baustoffen

Die Beeinflussung der Bodeneigenschaften durch die Einzelanwendung der besprochenen Baustoffe in praxisüblichen Anwendungsmengen ist in Tabelle 3 stark schematisiert dargestellt. Die jeweils bei der prakti-

sehen Durchführung von Bodenverbesserungsmaßnahmen mit einem oder mehreren Baustoffen erzielten Ergebnisse sind stark von der Art, dem aktuellen Zustand des Bodens und der Arbeitsweise des eingesetzten Bodenbearbeitungsgerätes abhängig. Die Veränderung eines bestimmten Bodenfaktors ist stets als Ergebnis des Zusammenwirkens verschiedener Vorgänge im Boden zu betrachten. So ist z. B. die Wasserdurchlässigkeit in einer Vegetationsschicht nach erfolgter Bildung und Stabilisierung der Bodenstruktur nicht nur von der Korngrößenverteilung und der Kornform, sondern auch von der Homogenität und Feinheit des Gemisches und nicht zuletzt von der Art des Oberbodens abhängig. Die Abhängigkeit physikalischer Eigenschaften in Vegetationsschichten von der Gemischstruktur hat der Autor beschrieben (HABEGGER, 1981).

Sand als wichtigster Baustoff im Sportrasenbau bewirkt in der Regel die „Verdünnung“ eines Oberbodens bzw. die Veränderung der Korngrößenverteilung. Direkt wirkt sich diese günstig auf die physikalischen Bodeneigenschaften wie Tragfähigkeit, Wasserdurchlässigkeit und Bodendurchlüftung aus. Seine Anwendung rechtfertigt sich aber nur dann, wenn das Mischungsverhältnis von Oberboden und Sand eine Körnungslinie ergibt, die weitgestuft und ungleichförmig ist. Vegetationsschichten mit intermittierenden Körnungslinien entmischen sich leicht, neigen zur inneren Erosion und sind nicht scherfest. In der Praxis bedeutet dies in den allermeisten Fällen die Verwendung grobschluff- und feinsandreicher Baustoffe, wie sie leider unter den alternativen Baustoffen kaum zu finden sind. Die beschriebenen alternativen Baustoffe sind somit nur beschränkt als Ersatz für Sand geeignet. Vielmehr sind sie als Ergänzungsbaustoffe für die gezielte Veränderung bestimmter Bodenparameter zu betrachten. Oft entfalten sie ihre Wirkung nicht als integrierender Bestandteil des durch Oberboden und Sand gebildeten Gefüges, sondern übernehmen als unabhängige Einheit eine bestimmte Funktion.

Baustoff - Bezeichnung	Boden-Eigenschaften											
	RINDENKOMPOST	BRAUNKOHLE	TEXTILFASERN	KLÄRSCHLÄMM	STYROMULL	HYGROPOR	HYGROMULL	ANTISEC	GLASSCHAUM	BLÄHTON	AGROSIL LR	MÜLLKOMPOST
<b>BODENTEXTUR (mineralischer Anteil) und BODENSTRUKTUR</b>												
- Scherfestigkeit	+	o	+	-	+	+	+	o	+	+	o	+
- Gesamtporenvolumen und Porengrößenverteilung	++	+	o	o	-	+++	++	+++	++	+	+	+
- Tragfähigkeit, (Befahrbarkeit)	+	o	+	-	+	+	+	o	+	+	o	+
- Wasserspeicherung	++	+	o	o	-	+++	++	+++	++	+	+	+
- Wasserdurchlässigkeit	+	+	+	+	-	++	+++	+++	++	+	+	+
- Wasserabgabe	++	+	+	-	-	++	+++	+++	++	+	+	+
- Bodendurchlüftung	++	+	+	-	-	++	+++	+	++	+	+	+
<b>ORGANISCHE SUBSTANZ</b>												
- Humusbildner	++	+++	o	+	o	o	o	o	o	o	o	+
- Humus	++	+++	o	+	o	o	o	o	o	o	o	+
- Gehalt und Beeinflussung aller Bodeneigenschaften	++	+++	o	+	o	o	o	o	o	o	o	+
<b>BODENLEBEWESSEN</b>												
- Bodentiere	++	+	o	+	o	o	o	o	o	o	o	+
- Mikroorganismen	++	+	o	+	o	o	o	o	o	o	o	+
- Gehalt und Aktivität	++	+	o	+	o	o	o	o	o	o	o	+
<b>PUFFERUNG</b>												
- Versorgung mit Makro- und Mikronährstoffen	++	++	o	+	o	o	o	o	o	o	++	+
- Ionenaustausch	++	++	o	+	o	o	o	o	o	o	++	+
- Nährstoffdynamik	++	++	o	+	o	o	o	o	o	o	++	+

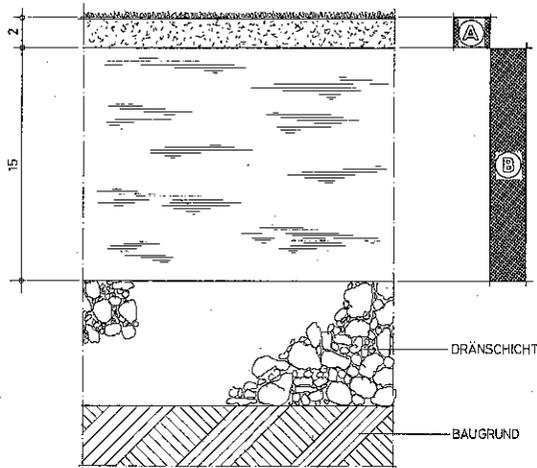
o = ohne Beeinflussung  
+ = bewirkt Zunahme  
- = bewirkt Abnahme

Tab. 3: Veränderung der Bodeneigenschaften mit alternativen Baustoffen

# BAUSTOFF- UND DÜNGEMITTELEINSATZ BEI SPORTRASENFLÄCHEN

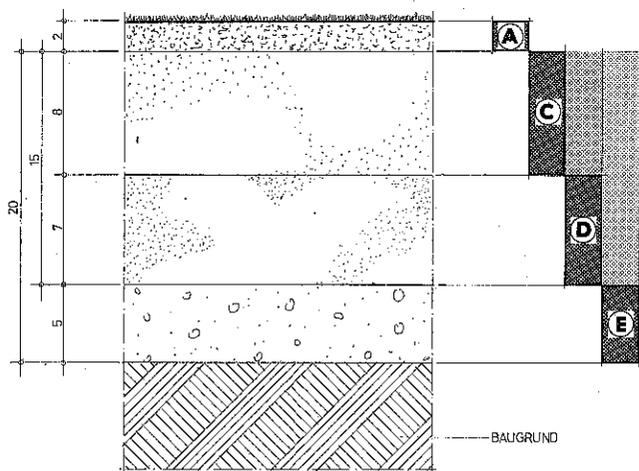
Systemaufbau nach DIN 18035, Teil 4

DARSTELLUNG 1



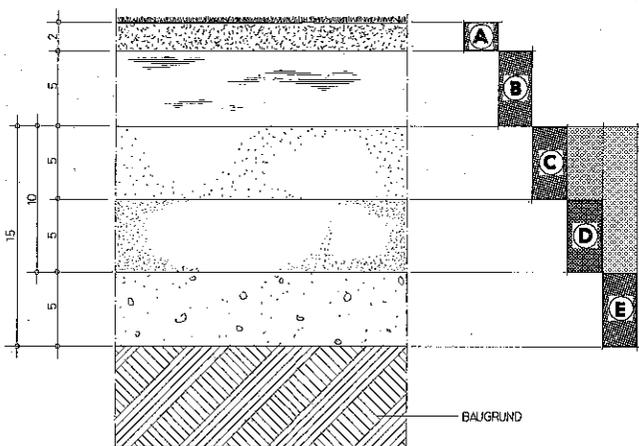
Oberbodenreicher Systemaufbau mit abgestufter Bodenverbesserung durch Ortsmischung

DARSTELLUNG 2



Oberbodenreicher Systemaufbau mit abgestufter Bodenverbesserung durch Ortsmischung und handelsüblicher Vegetationsschicht

DARSTELLUNG 3



Die Fragen der organischen Substanz, biologischen Aktivität und Pufferung in Vegetationsschichten wurden im Zusammenhang mit der Optimierung von Pflanzenstandorten im Sportrasenbau in der vergangenen Zeit nur stiefmütterlich behandelt. Alternative Baustoffe mit reichlichem Gehalt an organischer Substanz, hoher biologischer Aktivität und guten Puffereigenschaften sind beinahe ideale Stoffe für den modernen, wirtschaftli-

Legende zu Darstellungen 1-3

ZONE	BEZEICHNUNG-FUNKTION	ZUSAMMENSETZUNG			
		Oberboden	Mineralische Baustoffe	Organische Baustoffe	Düngestoffe
A	VERSCHLEISS-SCHICHT: Bildung während des Unterhalts durch Absanden.				
B	VEGETATIONS-SCHICHT entsprechend DIN 18035, Teil 4				
C	VEGETATIONS-SCHICHT I				
D	VEGETATIONS-SCHICHT II				
E	OBERBODEN-SCHICHT unbeeibelt				

chen und umweltgerechten Sportrasenbau, vorausgesetzt, daß sie am richtigen Ort in der richtigen Menge angewendet werden.

## 4.3 Baustoff- und Düngemittleinsatz bei verschiedenen Bausystemen

Die Darstellungen 1, 2 und 3 vermitteln leistungsfähige Bausysteme, wie sie heute in der Praxis mit Erfolg angewendet werden. Die entsprechende Legende gibt Auskunft über die charakteristische Zusammensetzung einzelner Bodenschichten bzw. Systembestandteile mit den Hauptkomponenten Oberboden, mineralische Baustoffe, organische Baustoffe und Düngestoffe.

Die extremsten und vielseitigsten Ansprüche in jeder Beziehung stellen wir bei Sportrasen zweifellos an die oberflächennächste Schicht, an die sogenannte Verschleißschicht A. Sie entsteht während des Unterhalts der Rasenfläche durch periodisches Absanden, ist ca. 2 cm stark und bei allen drei aufgeführten Systemen vorhanden. Eine hohe mechanische Verschleißbeständigkeit, eine gute Tragfähigkeit bzw. Scherfestigkeit, eine dauerhafte Wasserdurchlässigkeit und ein guter Gasaustausch lassen sich praktisch nur unter Verwendung mineralischer Baustoffe, wie Sand und Blähton, verwirklichen. Ein zu hoher Gehalt an Oberboden und organischen Stoffen wirkt sich auf alle erwähnten Eigenschaften zum Nachteil aus.

Bei den Darstellungen 1 und 3 folgt unter der Verschleißschicht A eine Zone B und bei Darstellung 2 die Zone C. Alle drei erwähnten Zonen haben die Eigenschaften einer Vegetationsschicht und dienen der Rasenpflanze somit als Wurzelraum. In der Zusammensetzung sind sie einem Gemisch nach DIN 18035, Teil 4, ähnlich, wobei Zone B einem handelsüblichen Fertigrasen-Tragschichtgemisch und Zone C einer an Ort und Stelle aufbereiteten Vegetationsschicht entspricht. In Verbindung mit einem bis unter die Verschleißschicht A reichenden Oberflächen-Entwässerungssystem enthalten Ortsgemische, im Vergleich zu DIN-konformen Produkten, einen 5 bis 8 Masseprozent höheren abschlämmbaren Anteil (Korngrößenbereich  $[-] d \leq 0,02 \text{ mm}$ ).

Die Schichten B und C, als eigentliche Pflanzenstandorte, haben vielseitige und teils stark entgegengesetzte Zielsetzungen hinsichtlich der Bodeneigenschaften zu erfüllen. Durch den Spielbetrieb und das Befahren der Rasendecke mit Pflegegeräten haben die oberflächennächsten Schichten großen mechanischen Belastungen entgegenzuhalten. Von der Zone A pflanzen sich Bodenverdichtungen bekanntlich zwiebelartig bis tief in die Zone B bzw. C fort. Die für den optimalen Zustand einer Sportrasenfläche wichtige Wasserdurchlässigkeit und Bodendurchlüftung werden dadurch nachteilig beeinflusst. Mineralische, verrottungsbeständige Gerüstbau-

stoffe im Sand- und Feinkiesbereich erhöhen die Scherfestigkeit, aber auch den Mittel- und Grobporenanteil, wie es für eine dauerhafte und gleichbleibende Wasserdurchlässigkeit und Bodendurchlüftung von entscheidender Bedeutung ist. Die damit erzielten Bodeneigenschaften sind nicht mehr einem optimalen Pflanzenstandort entsprechend, da bei sandreichen Gemischen die Korngrößenverteilung, das Gesamtporenvolumen, die Porengrößenverteilung und der Gehalt an organischer Substanz zu stark von der idealen Zusammensetzung eines fruchtbaren Oberbodens abweichen.

Mit dem beispielsweise Einsatz von Textilfasern, Kunstharzschaumprodukten, vernetzten Alkali-Polyacrylaten, Glasschaum und amorphen Silikaten lassen sich sandreiche Gemische gezielt anreichern. Einzelkörner bilden darin autonome Einheiten, die sich steigend auf die Wasserrückhaltung und Bodendurchlüftung auswirken. Organische Stoffe pflanzlicher Herkunft, wie Rindenkompost, Braunkohlenprodukte und Klärschlämme, bewirken, vor allem bei größeren Anwendungsmengen, durch Verschlammung und/oder Porenverstopfung eher das Gegenteil.

Gleicht man die maximalen Aufbaustärken der Zonen A, B bzw. C der maximalen Fortpflanzungstiefe mechanischer Bodenbelastungen an, läßt sich die Zone D (Darstellung 2 und 3), die sich noch im Wurzelbereich von Rasenpflanzen befindet, als optimaler Pflanzenstandort herrichten. Gelingt es der Pflanze, dort Fuß zu fassen, werden die nachteiligen Eigenschaften der Zonen A, B bzw. C in ihren Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum stark entkräftet. Eine intensive Durchwurzelung von Zone D bedeutet eine optimale Versorgung der Pflanzen mit Wasser, Luft und Nährstoffen, was sich fördernd auf Wachstum und Regenerationskraft auswirkt. In Bodentiefen von 8 bis 15 cm, d.h. im Bereich der Zone D, werden nach dem Bau der Sportrasenfläche hinsichtlich Tragfähigkeit bzw. Scherfestigkeit keine besonders hohen Ansprüche mehr gestellt. Hier lassen sich beinahe alle Wachstumsfaktoren bei der Bodenverbesserung optimal berücksichtigen. Baustoffe, die eine Erhöhung des Humusgehaltes, der biologischen Aktivität, der Nährstoffversorgung und der Bodenpufferung bewirken, lassen sich hier bedarfsgerecht anwenden. Rindenkomposte, Braunkohlenprodukte, Klärschlamm und Müllkompost sind hier die richtigen Produkte, mit welchen sich die Kosten für teuren Sand und teils auch Nährstoffe

einsparen lassen. Ihre Verwendung ist ferner mit dem großen Vorteil verbunden, daß z. B. die Erhöhung des Humusgehaltes während der Bauphase die Bearbeitbarkeit des Bodens erleichtert, aber auch die Gefahr bleibender Bodenverdichtungsschäden bei zu hoher mechanischer Bodenbelastung durch Baumaschinen stark herabsetzt. Die in Darstellung 2 und 3 enthaltene Zone E stellt eine unbearbeitete Oberbodenschicht dar, die zu einer minimalen Bodenmächtigkeit beiträgt. Sie übernimmt die Funktion eines zusätzlichen Wasser- und Nährstoffspeichers.

## 5. Wirtschaftliche Aspekte

Die Frage der Wirtschaftlichkeit einer umweltgerechten und problembezogenen Anwendung alternativer Baustoffe läßt sich nicht allgemein beantworten. Der geographische Standort des Bauobjektes bestimmt die Baustoffkosten, die sich aus Material- und Transportkosten zusammensetzen und schließlich für die Anwendung eines bestimmten Produktes entscheidend sind. Gegenseitiges Abwägen von Vor- und Nachteilen einer bestimmten bautechnischen Maßnahme, unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit, dürfte zur richtigen Baustoffwahl führen.

Verfasser: E. HABEGGER, ANALYSA Bodenberatungs AG, Schwarzbach, CH-3113 Rubingen

### Literatur:

- BECKER-OLIGMÜLLER, S. (1983): Rinde zur Bodenverbesserung. — Z. Vegetationstechnik 6, 118—123.  
HABEGGER, E. (1981): Überlegungen zum Bau von Sportrasenflächen. — Rasen Turf Gazon 12, 74—89.  
HABEGGER, E. (1984): Verbesserung der Wasseraufnahmefähigkeit von Rindenkomposten mit vernetzten Alkalipolyacrylaten. — Interner, nicht veröffentlichter Bericht.  
FRANKEN, H. (1983): Zur Wirkungsdauer synthetischer Bodenverbesserungsmittel. — Rasen Turf Gazon 14, 79—90.  
PRÜN, H. (1975): Bodenphysikalische Einflußnahme auf Substrat und Bodeneigenschaften durch Schaum- und Bodenwirkstoffe. — Neue Landschaft 20, 128—131.  
RASP, H. (1972): Der Einfluß von Schaumstoffen auf Ertrag und physikalische Bodeneigenschaften im Modellversuch. — Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges. 15, 181—183.  
SKIRDE, W. (1982): Nachwirkungen von Zuschlagstoffen in oberbodenlosen Vegetationsschichten. — Z. Vegetationstechnik 5, 1—6.  
SKIRDE, W. (1985a): Bodenverbesserung zu Pflanzungen mit Perllhumus. — Z. Vegetationstechnik 8, 115—123.  
SKIRDE, W. (1985b): Langzeitwirkung von Klärschlamm in Vegetationsschichten. — Z. Vegetationstechnik 8, 45—50.

## Auswirkung von Mulchabdeckungen auf Anwachsergebnis, Pflegekosten und Wachstum von niedrigen Stauden und Gehölzen

W. Kolb, T. Schwarz und R. Trunk, Veitshöchheim

### Zusammenfassung

Bei flach wachsenden Stauden- und Gehölzarten wurde getestet, ob die Andeckung mit verschiedenen Mulchstoffen zu einer Kostensenkung bei der Unterhaltungspflege führt. Gegenüber unbehandelten Varianten wurden im Verlauf von 3 Jahren Kosteneinsparungen von 43 % (Sägemehl), 40—23 % bei Rindenmulchprodukten, 22—19 % bei Stroh und 8—5 % bei Splitt und Buschhäcksel errechnet. Korngröße, Stabilität der Schichthöhe

### The effect of covers of mulch on taking root, cost of maintenance and growth of low perennials and small woods

#### Summary

Flat perennials and small woods were tested to find out whether a cover of different mulch substances would result in a lowering of maintenance cost. In comparison to non-treated variants the saving of expense, within a period of three years, amounted to 43 per cent for sawdust, to 40—23 per cent for mulch products from bark, to 22—19 per cent for straw and to 8—5 per cent for crushed stone and chopped shrubs. Size of grain, stability of layer level and quant-

### Couverture du sol par le procédé du «mulching» et son effet sur les résultats d'implantation et sur le développement d'herbacées et d'arbustes de basse taille ainsi que sur les frais d'entretien

#### Résumé

Différents matériaux employés pour recouvrir le sol furent étudiés pour des herbacées et des arbustes de basse taille afin de savoir si ce «mulching» amène à diminuer l'importance des frais de l'entretien. Par rapport aux témoins sans traitement on obtint au cours de 3 années une réduction des frais de 43 % pour la sciure de bois, de 40—23 % pour les produits d'écorce de bois, de 22—19 % pour le paillage et de 8—5 % pour l'épandage de pierraille et de bois broyé.

sowie die Menge der heißwasserlöslichen phenolischen Verbindungen und Tannine beeinflussen wesentlich die Wirksamkeit der organischen Mulchstoffe. Nach Trockenheit wiesen unbehandelte Pflanzflächen gegenüber gemulchten einen um ca. 50 % geringeren Bodenwassergehalt auf. Die Ausfallquote der Neupflanzungen bei den gemulchten Flächen lag durchschnittlich um 50 % niedriger. Schädigungen der Pflanzen durch die Mulchaufgaben wurden bisher nicht festgestellt. Die Wachstumsleistung der Pflanzen wurde um durchschnittlich 17 % verbessert.

ity of hot-water soluble phenol-compounds and tannins greatly influenced the effectiveness of organic mulch substances. After a dry period the untreated planted plots showed a 50 per cent lower water content of the soil than those plots where mulching had been carried out. On plots where mulching had been carried out the loss in new plants was 50 per cent lower. So far no detrimental effects were observed on plants where mulch had been applied. The plants showed a better growth, on an average an improvement by 17 per cent.

La granulométrie, la stabilité d'épaisseur des couches épandues, ainsi que la quantité en composés phénoliques et en tannins décidèrent de l'efficacité des couverts organiques. Après une période de sécheresse la réserve en eau du sol fut supérieure de 50 % dans les parcelles mulchées par rapport aux variantes non-traitées. Les pertes dans les jeunes plantations furent réduites en moyenne de 50 % pour les parcelles mulchées. Des dégâts sur les végétaux ne furent jusqu'à présent pas constatés, au contraire, la croissance fut améliorée en moyenne de 17 %.

## 1. Einleitung

In der Bundesrepublik dürfte nach Schätzungen die Grünflächen-Gesamtgröße für den öffentlichen Bereich ca. 100000 ha betragen (Deutscher Städtetag, 1977). Wenn für Pflanzflächen ein Anteil von 25 % angenommen wird (MELDER, 1976; KOLB, 1981), so verursachen diese jährlich für den Unterhalt, vorwiegend im Rahmen der mechanischen Unkrautbekämpfung, etwa 27,5 Mio. Arbeitsstunden (REHBOGEN, 1968, MELDER, 1976; SCHRICKEL, 1978). Bei 40 Arbeitsstunden/Woche sind dazu ganzjährig etwa 17000 Arbeitskräfte beschäftigt (DONHAUSER, 1978).

Die Verwendung von selektiv wirkenden Herbiziden in diesen Flächen zur Senkung der hohen Kosten ist nicht nur aus ökologischen Gründen umstritten (MAAS und PESTEMER, 1975; ROCKHOLZ, 1978). Es bestehen auch Bestrebungen, die Anwendung in öffentlichen Grünflächen völlig zu verbieten (BUCHOW, 1985). Die ca. 2500 in Grünflächen verwendeten Pflanzenarten des Standardsortimentes weisen ein stark differenziertes Resistenzverhalten bezüglich der Herbizide auf. Dies führte in der Vergangenheit zu einer Beschränkung auf wenige, widerstandsfähigere Arten mit der Folge einer nachlassenden Leistungsfähigkeit der Pflanzungen bezüglich Vielfalt, Ausdruckskraft, Wandlungsfähigkeit und Erleb-

nisreichtum. Der Verzicht auf Herbizide in öffentlichen oder auch privaten Grünflächen erscheint deshalb durchaus sinnvoll und erstrebenswert (HEMMER, 1974).

Im Rahmen des nachfolgend vorgestellten Versuches sollte ermittelt werden, ob durch Verwendung geeigneter Mulchstoffe vor allem in der Entwicklungsphase der Pflanzungen unter Verzicht auf Herbizide eine wirtschaftliche Unterhaltungspflege möglich ist. Während dieser Zeit sind die Pflegeaufwendungen infolge nicht geschlossener Pflanzenbestände und der damit verbundenen kräftigen Entwicklung der Unkräuter besonders hoch (NIESEL et al., 1973; FINTEL, 1977; LIESECKE et al., 1977; KOLB et al., 1979, KOLB, 1981). Erfahrungen mit Mulchstoffen in Grünflächen liegen bisher nur in geringem Maße vor. LIESECKE (1978) stellte eine Minderung des Pflegeaufwandes um 14 % durch Mulchen von Ziersträuchern mit Mähgut aus Rasenflächen fest. KESSLER (1982) erreichte durch Abdeckung der Pflanzenbestände von *Lonicera nitida* mit 3 cm Torf bzw. ankompostierter Rinde Einsparungen gegenüber „unbehandelt“ von 56 bzw. 49 %. KOLB (1981) ermittelte bei 5 cm Abdeckungsdicke mit Torf und Sägemehl Verminderungen des Aufwandes für die mechanische Unkrautbekämpfung in Höhe von 32—63 %, wobei der Test in Beständen von bodendeckenden Pflanzen durchgeführt

Nr.	Bezeichnung	Stoff	Korngröße in mm	Kosten in DM/m <sup>2</sup>			Gesamt
				Material	Transport	Verteilung	
1	Lignostrat	Rindenmulch	0 - 40	1,30	0,46	1,52	3,27
2	Forestina	Rindenmulch	0 - 80	1,30	0,46	1,87	3,63
3	Cortex	Rindenmulch	40 - 60	0,75	0,46	1,53	2,74
4	Sägemehl	Mischmaterial aus 50 % Fichte, 50 % Kiefer	0 - 5	0,30	0,46	1,49	2,25
5	Rimul (Humobakt)	Rindenmulch	0 - 40	0,90	0,46	1,28	2,64
6	Stroh	gehäckseltes Gerstenstroh, unbehandelt	0 - 80	0,75	0,46	0,56	1,77
7	Buschhäcksel	Mischmaterial aus Schnitt- u. Rodegut von Ziergehölzen	40 - 80	0,75	0,46	1,35	2,56
8	Splitt	Kalksteinmaterial einfach gebrochen	3 - 5	1,50	0,46	1,54	3,50
9	Stroh	gehäckseltes Gerstenstroh, gedämpft	0 - 80	1,50	0,46	0,56	2,52
10	Unbehandelt			0	0	0	0

Andeckungsdicke 5 cm, Transportentfernung 50 m, Höhe des Verrechnungslohnes 30 DM/Stunde

Tab. 1: Stoffe und Kosten für das Andecken von Pflanzflächen mit Mulch bei 5 cm Schichtdicke und 50 m Entfernung

wurde. Durch Abdecken mit Mulchmaterial aus Müllschlacke wies BECKER (1981) eine Verbesserung bzw. Konservierung von bodenphysikalischen Kenndaten in Beständen aus strauchartigen Gehölzen nach.

## 2. Material und Methoden

Die für den Versuch ausgewählten Stoffe enthält die Tabelle 1. Bei den Rindenmaterialien wurden entsprechend den Empfehlungen der „Gütegemeinschaft für Rinde für den Pflanzenbau“ solche berücksichtigt, die als „zerkleinerte, fraktionierte und nicht fermentierte Rinde ohne Zusätze“ definiert sind (GRFP, 1982) und dann als „Rindenmulch“ bezeichnet werden. Bei dem verwendeten Stroh wurde das Ausgangsmaterial bei einer Variante gedämpft, um eventuell vorhandene Unkrautkeime abzutöten. Bei Sägemehl wurde frisches, unbehandeltes Material von Fichten- bzw. Kiefernholz verwendet. Die Variante Buschhäcksel bestand aus Schnittgut von Ziergehölzen, das bei Pflegemaßnahmen in Grünflächen oft als Mischmaterial anfällt. Bei Splitt handelt es sich um Muschelkalkgestein, wie es im Straßenbau verwendet wird.

Bei der Pflanzenauswahl wurden sieben niedrige Stauden und Gehölze berücksichtigt. Die Wuchseigenschaften, Standortansprüche und weitere Versuchsbedingungen sind in der Tabelle 2 enthalten. Die Pflege der Pflanzen beschränkte sich auf das Anwässern nach der Pflanzung. Zusätzlich waren für die Unkrautbekämpfung vier Arbeitsgänge im Jahr erforderlich, wobei eine ästhetisch vertretbare Minderung gegenüber der DIN 18919 in Kauf genommen wurde.

Die Bodenbearbeitung erfolgte in Form von Aufreißen des Untergrundes bis ca. 40 cm Tiefe sowie anschließender Lockerung durch 25 cm tiefes Fräsen. Die Flächen waren vorher einplaniert worden. Insofern entsprachen die Versuchsbedingungen denen in der Praxis des Garten- und Landschaftsbaus. Der Oberboden ist der Boden­gruppe 8–9 entsprechend DIN 18915 zuzuordnen. Ein Teil der Versuchsfläche wurde vor der Pflanzung mit Basamid (50 g/m<sup>2</sup>) entseucht. Der andere Teil blieb unbehandelt und enthielt in hohem Maße Unkrautsamen.

VERSUCHSBEDINGUNGEN	
Pflanzenarten:	1 = Geranium macr. 'Spessart' 2 = Hypericum calycinum 3 = Potentilla fr. 'Hachmann's Giant' 4 = Spiraea jap. 'Little Princess' 5 = Cotoneaster dammeri 'Eichholz' 6 = Arundinaria vagans 7 = Geranium renardii
Pflanzabstand:	6 Stück / m <sup>2</sup>
Pflanzengröße:	Str. 2x v 15-20 cm Tb bzw. Stauden Topfballen Ø 8 cm
Parzellen:	Gesamtzahl 420 Größe 2 x 2 m Anzahl der Wiederholungen 3 Vorbehandlung entseucht; nicht entseucht Grunddüngung vor Pflanzung 20 g N / m <sup>2</sup>
Pflege:	Jährlich 4 Arbeitsgänge für lockern und säubern

Tab. 2: Beschreibung der ausgewählten Testpflanzen, Pflanzabstand sowie weitere Versuchsbedingungen

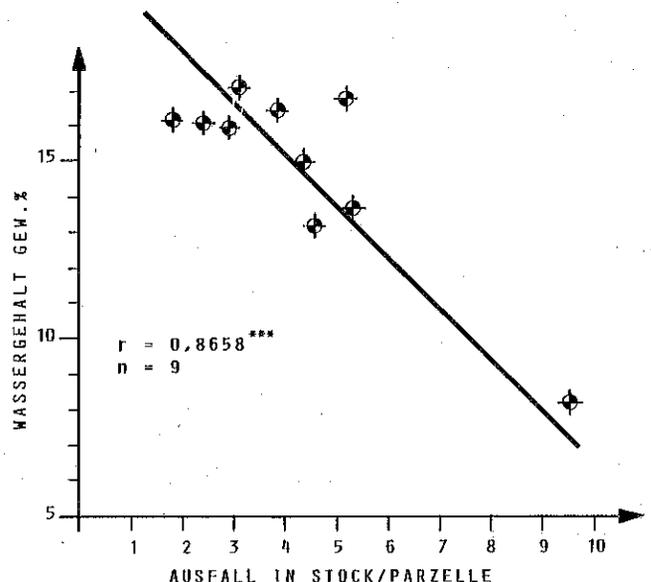
Die Versuchsanlage (Pflanzung und Abdeckung der Fläche mit Mulchstoffen) erfolgte in der Zeit von Oktober bis Dezember 1981. Gemessen wurde die Anwachsrate bei den Stauden und Gehölzen durch Auszählen nach erkennbarem Durchtrieb im Herbst nach der Pflanzung. Die Erfassung der Aufwendungen für das Transportieren und Verteilen der Mulchstoffe sowie für die Unkrautbekämpfung erfolgten durch Zeitnahme. Der Wassergehalt des Bodens wurde durch Trocknen nach der Probenahme ermittelt. Die Dichte der Pflanzen und der Unkrautbesatz wurden über einen Boniturrahmen geschätzt.

## 3. Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Anwacherfolg der Pflanzen

Nach dem 1. Versuchsjahr wurden die Bestände bezüglich des Anwacherfolges überprüft. Die Tabelle 3 enthält die bei den Mulchstoffen jeweils nicht angewachsenen Pflanzen je Parzelle. Pflanzenartabhängige Einflüsse wurden dabei nicht berücksichtigt. Ohne Mulchabdeckung sind nahezu 40 % der Pflanzen nicht angewachsen; bei Abdeckungen mit Rinde und Sägemehl lag dieser Wert zwischen ca. 8 und 15 %. Bei Stroh, Splitt und Buschhäcksel wurden Ausfälle von 18 bis 23 % errechnet. Dieser Wirkung kommt insofern eine wesentliche Bedeutung zu, als die Mängelbeseitigung durch Nachpflanzen und Fertigstellungspflege der nachgepflanzten Stauden und Gehölze mit erheblichen Kosten verbunden ist und von den ausführenden Firmen des Garten- und Landschaftsbaus im Rahmen der Werkverträge im Regelfall unentgeltlich durchzuführen ist (vergl. DIN 18916 und DIN 1961).

Für die Verbesserung der Anwachergebnisse dürfte der Bodenwassergehalt von Bedeutung sein. Nach längerer Trockenheit ist im Verlauf der Vegetationsperiode der aktuelle Bodenwassergehalt unter den Mulchschichten in ca. 10 cm Tiefe gemessen worden (Tabelle 3). Dabei lag der Wassergehalt bei den gemulchten Parzellen zwischen 13 und 17 Gew. % im Vergleich zur ungemulchten Variante mit ca. 8 Gew. %. Ein Zusammenhang zwischen der Verbesserung der Wasserversorgung nach Trockenheit und der Anwachsrate der gepflanzten Stauden und Gehölze ist deutlich erkennbar (Darstellung 1). Mit steigendem Bodenwassergehalt nimmt der Anwacherfolg zu. Dies ist allerdings nur in Verbindung mit dem Wassergehalt nach Trockenperioden nachweisbar.



Darst. 1: Zusammenhang zwischen Pflanzenausfall und aktuellem Bodenwassergehalt in 10 cm Tiefe nach längerer Trockenheit

Nr.	Bezeichnung	Pflanzenausfall je Parzelle in Stück nach einem Jahr	Aktueller Wassergehalt im Boden in 10 cm Tiefe nach Trockenheit in Gew. %	Boniturwerte Entwicklung der Pflanzendichte; Mittelwert aus 3 Jahren 1 = Bedeckung < 50 % 9 = Bedeckung > 90 %	Pflegeaufwand in Min./Jahr bei 9 Mulchstoffen im Vergleich mit unbedeckten Parzellen im Durchschnitt von 3 Jahren
1	Lignostrat	3,8	16,5	3,48	6,7
2	Forestina	1,8	16,2	3,75	6,1
3	Cortex	2,1	16,1	3,61	5,9
4	Sägemehl	2,9	18,0	3,41	5,0
5	Rimul (Humobakt)	3,4	17,0	3,62	5,1
6	Stroh (unbehandelt)	5,1	16,8	3,33	7,9
7	Buschhäcksel	4,5	13,2	3,51	9,2
8	Splitt	5,2	13,7	3,57	8,2
9	Stroh	4,3	14,9	3,48	7,1
10	Unbehandelt	9,4	8,1	3,08	10,1
Ø		4,25	14,85	3,48	7,13
GD 5 %		1,5	1,7	0,3	0,9

Tab. 3: Pflegeaufwand, Pflanzenausfall, Wassergehalt im Boden sowie Dichte des Pflanzenbestandes bei Mulchstoffen (1—9) im Vergleich zu nicht gemulchten Flächen (10)

Weitere Untersuchungen diesbezüglich wurden bisher nicht durchgeführt.

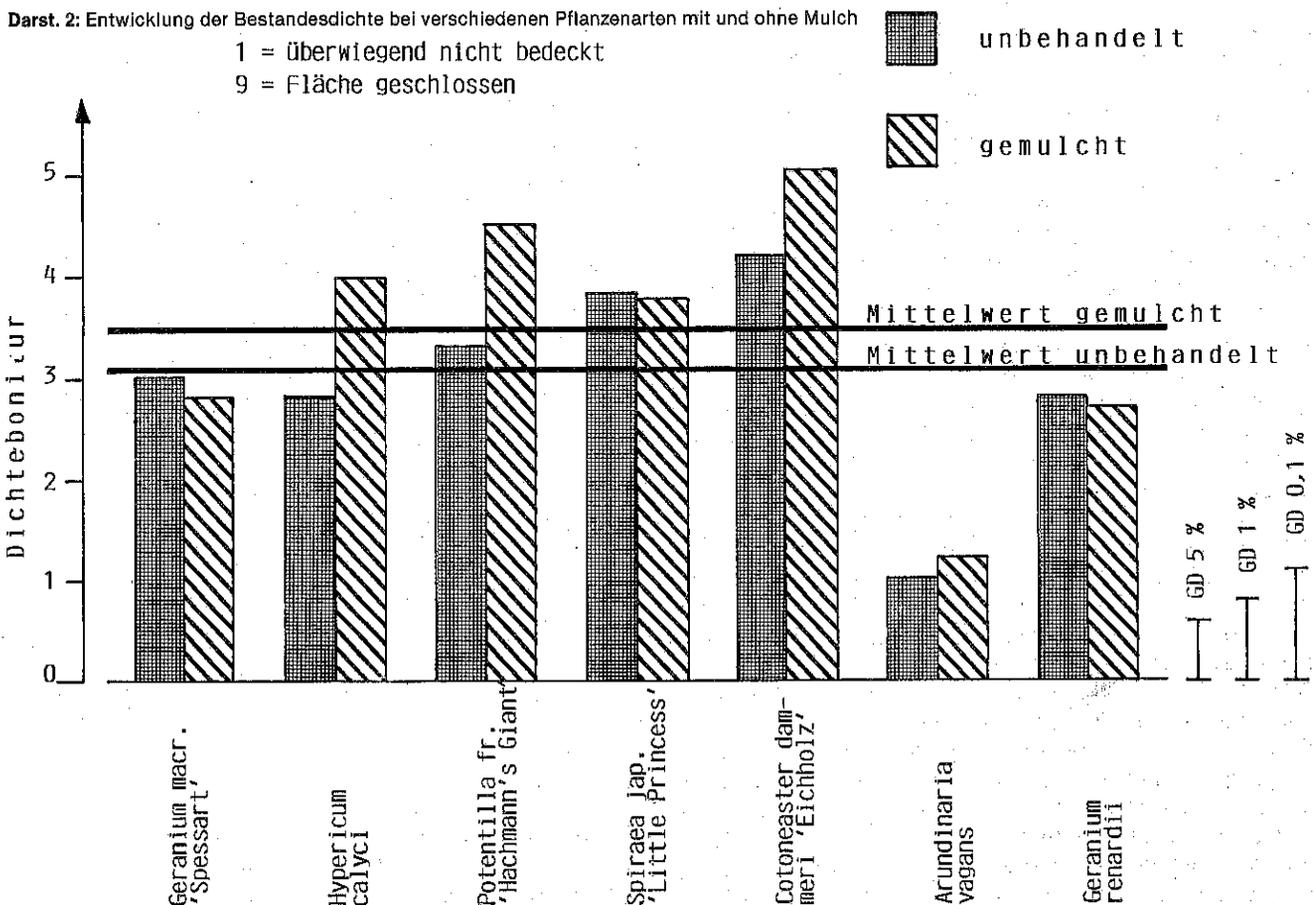
### 3.2 Pflanzenwachstum

Die Verbesserung der Wasserhaltung im Boden führt auch zu einer Erhöhung der Wuchseistung. Gegenüber nicht gemulchten Flächen wird eine erheblich größere Bestandesdichte erreicht (Tabelle 3). Dies gilt vor allem für die Rindenprodukte Forestina, Cortex, Rimul, aber auch für Splitt und Buschhäcksel. Auch ZÖTTL (1981) ermittelte eine Verbesserung des Wassergehaltes durch Rindenmulchaufgabe bei Versuchen im Weinbau, wobei

höhere Erträge nachgewiesen werden konnten. Gewisse Wachstumshemmungen, die auf N-Festlegung im Mulch zurückführbar sind, wurden von KOLB, SCHWARZ, TRUNK (1979), KOLB (1981) sowie GRANTZAU und SCHARPF (1982) festgestellt. In diesem Zusammenhang kommt der Nährstoffversorgung vor Aufbringen der Mulchstoffe besondere Bedeutung zu (vergl. KOLB, 1984). Auch der Bodenvorbereitung vor der Andeckung ist Beachtung zu schenken, da die bestehenden physikalischen Eigenschaften durch Mulchaufgaben weitgehend erhalten werden (BECKER, 1981). Nicht alle Pflanzenarten sind für das flächige Andecken mit Mulchstoffen in gleichem Maße geeignet. Aufgrund der bisherigen Erfahrungen sind bei Gehölzen mit baum- oder strauchartigem Wuchs nur in geringem Maße Beeinflussungen des Wachstums zu erwarten (vergl. auch LIESECKE, 1978, BECKER, 1981; GRANTZAU und SCHARPF, 1982). Niedrige, bodendeckende Pflanzen können durch zu dicke Mulchschichten geschädigt werden (vergl. auch KOLB, 1984). Die in der vorliegenden Arbeit getesteten Pflanzen erreichen alle nur eine geringe Wuchshöhe von ca. 10—60 cm. Wie aus der Darstellung 2 hervorgeht, wurde bei *Geranium macrorrhizum* „Spessart“, *Geranium renardii*, *Spiraea japonica* „Little Princess“ und *Arundinaria vagans* kein Unterschied in der Entwicklung der Dichte der Pflanzung gesichert. Hingegen kam es bei *Hypericum*, *Potentilla* und *Cotoneaster* zu einer wesentlich günstigeren Entwicklung bei den gemulchten Varianten. Pflanzenartsspezifische Schäden sind nicht aufgetreten. Diese Feststellung darf bei der Fülle der verwendeten Arten nicht verallgemeinert werden. Es ist jedoch anzunehmen, daß bei den niedrig bleibenden Pflanzen solche besonders widerstandsfähig sind, die auf natürlichem Standort regelmäßig mit Fallaub überdeckt werden (vergl. auch WYMAN, 1973). Exakte diesbezügliche Aussagen sind nur auf der Grundlage weiterer Untersuchungen möglich.

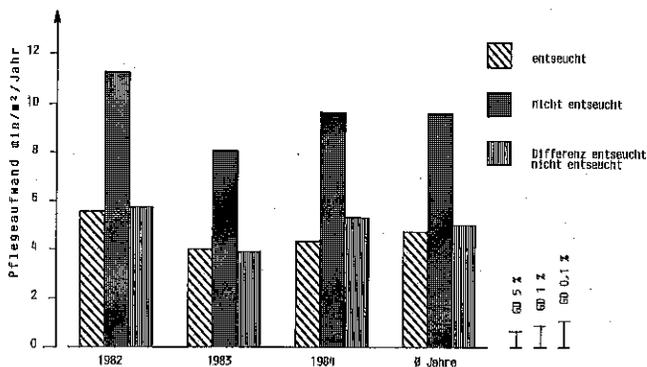
Darst. 2: Entwicklung der Bestandesdichte bei verschiedenen Pflanzenarten mit und ohne Mulch

1 = überwiegend nicht bedeckt  
9 = Fläche geschlossen





Darst. 3: Pflegeaufwand im Verlauf der Jahre im Mittel aller Mulchstoffe im Vergleich mit nicht gemulchten Parzellen

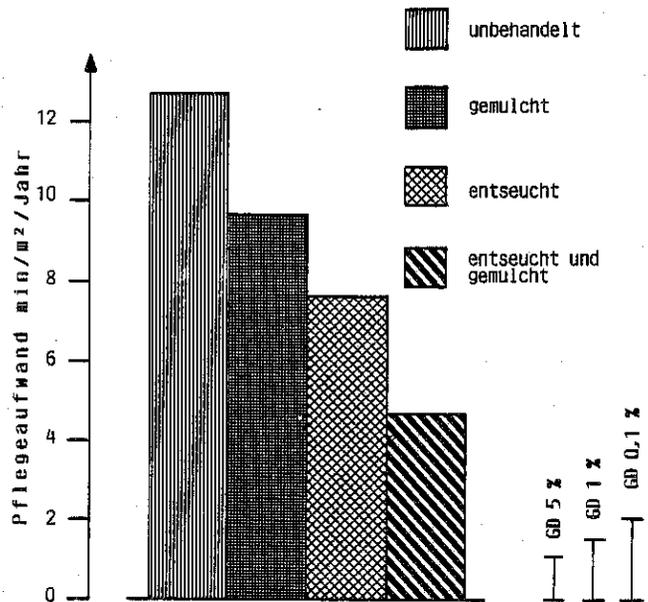


Darst. 4: Pflegeaufwand bei entseuchten und nicht entseuchten Flächen im Verlauf von 3 Jahren

### 3.3 Pflegeaufwand

In der Darstellung 3 ist der Aufwand für die mechanische Unkrautbekämpfung in  $\text{Min/m}^2/\text{Jahr}$  im Mittel aller Mulchstoffe im Vergleich zu nicht gemulchten Flächen enthalten. Deutlich ist erkennbar, daß durch eine Mulchbehandlung der Aufwand wesentlich gesenkt werden kann. Im Verlauf des bisher 3jährigen Versuchs konnte durchschnittlich eine 30%ige Zeiteinsparung erzielt werden. Mit der von SCHRICKEL (1978) mit 65% bei Herbizidanwendung in Grünflächen errechneten Zeiteinsparung kann der Erfolg des Mulchens insofern nicht konkurrieren. Besonders günstig ist jedoch die hohe Wirksamkeit in den ersten beiden Jahren mit einer Zeiteinsparung von ca. 44% gegenüber „unbehandelt“. Die Wirkungsdauer der getesteten Mulchaufgaben dürfte unter Berücksichtigung der Meßdaten auf 3 Jahre beschränkt sein (vergl. auch KOLB, 1981).

Welche Bedeutung die Bodenvorbereitung bei Pflanzungen bezüglich des späteren Pflegeaufwandes hat, kann der Darstellung 4 entnommen werden. Die Flächen, die aufgrund der Entseuchung zu Versuchsbeginn weitgehend frei von keimfähigem Unkrautsamen waren, wiesen über die gesamte Versuchsdauer von 3 Jahren relativ gleichmäßig eine Verminderung der Pflegeaufwendungen von ca. 50% gegenüber „unbehandelt“ auf. Dabei ist eine abnehmbare Tendenz nach der bisherigen Versuchsdauer noch nicht erkennbar. Die Anforderung der DIN 18915 nach weitgehender Freiheit von Dauerunkraut der Böden für vegetationstechnische Zwecke ist deshalb sicher sinnvoll. Allerdings dürfte unter Praxisbedingungen eine Realisierung dieser Forderung nur sehr schwierig erreichbar sein. Eine chemische Entseuchung ist nur unter Berücksichtigung bestimmter Bodentemperaturen, Wartezeiten und Sicherheitsvorschriften möglich. Sinnvoller und ökologisch günstiger erscheint der



Darst. 5: Pflegeaufwand im Mittel aller Mulchstoffe und Behandlungen nach 3 Jahren

Voranbau von stark verdrängenden Kulturen zur Unterdrückung von Unkräutern (vergl. auch KOCH, 1970, KURTH, 1975). Damit könnte auch eine Strukturverbesserung des durch Maschineneinsatz häufig geschädigten Oberbodens erreicht werden. Die damit verbundene, mindestens einjährige Wartezeit vor der Anpflanzung bedeutet sicher ein Hindernis.

Besonders wirksam ist das System des Mulchens, wenn durch geeignete Maßnahmen vor der Bepflanzung die Unkrautkeime im Boden neutralisiert werden. Die Darstellung 5 enthält die im Versuchszeitraum im Mittel aller Mulchstoffe und Pflanzenarten notwendigen Pflegeaufwendungen bei den vier verschiedenen Behandlungen. Die Flächen, die vor der Mulchabdeckung entseucht wurden, verursachten nur 30% der Aufwendungen, die notwendig waren, um die unbehandelten Parzellen zu pflegen.

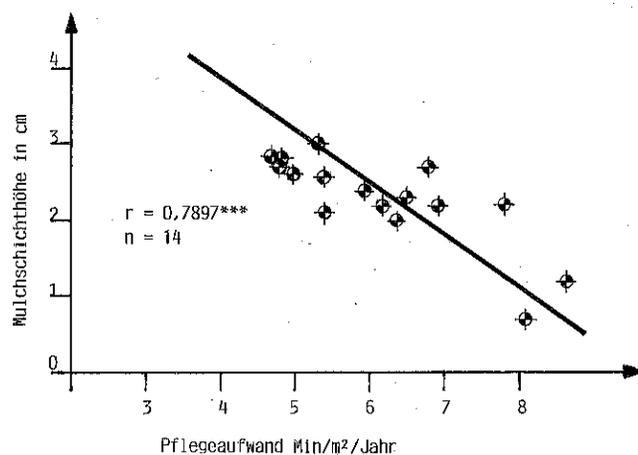
Die Wirksamkeit der getesteten Mulchstoffe bezüglich Pflegeaufwand ist unterschiedlich. Dies dürfte von der Stabilität der Auflage, der Dichte der Lagerung und auch von teilweise herbizid wirkenden Inhaltsstoffen herrühren. Eine vor Versuchsdurchführung erfolgte Analyse der Inhaltsstoffe enthält die Tabelle 4. Die Aussagen von SCHOLL (1983), daß vor allem heißwasserlösliche, phenolische Verbindungen sowie Tannine für eine keimhemmende Wirkung verantwortlich sind, wird durch diese Untersuchung bestätigt. Die aus Rindenmulch (Nr. 1, 2, 3 und 5) bestehenden Varianten sowie Sägemehl (Nr. 4) weisen deutliche Vorteile auf. Der Anteil der heißwasserlöslichen phenolischen Verbindungen und Tannine scheint in erster Linie für die Verminderung der Unkräuter verantwortlich zu sein (vergl. Tabelle 3). Über dem Durchschnitt liegen Stroh (Nr. 6 und 9) sowie Splitt (Nr. 8) und Buschhäcksel (Nr. 7).

Bei Stroh war offensichtlich die Abdeckungsdicke mit 5 cm zu gering; bereits nach einem Jahr war die aufgebrauchte Schicht nur noch zu  $\frac{1}{3}$  und nach Ablauf von 2 Versuchsjahren zu  $\frac{1}{10}$  vorhanden. Bei Splitt blieb zwar die Schichtdicke konstant; Dauerunkräuter wuchsen jedoch problemlos durch die Schicht von 5 cm. Der relativ hohe Pflegeaufwand ist deshalb erklärbar. Bei Buschhäcksel war infolge der Korngröße keine dichte Auflage gegeben, so daß die Unkräuter nur ungenügend unterdrückt wurden. Vor Verwendung als Mulchaufgabe sollte dieses Material deshalb mindestens auf ca. 0–30 mm zerkleinert werden, um die Wirksamkeit zu verbessern.

Nr.	Bezeichnung	% Tr.S. heißwasserl. phen. Verbindungen	% Tr.S. Phenol	% Tr.S. Tannin	C : N	Schäden Keimtest Salat 10 Tage	Wasserspeicherfähigkeit Gew. %	Schüttgewicht g/Liter
1	Lignostrat	0,29	0,02	0,27	84 : 1	keine	33	308
2	Forestina	0,36	0,07	0,29	62 : 1	gering	30	344
3	Cortex	0,50	0,08	0,42	60 : 1	gering	80	423
4	Sägemehl	0,84	0,33	0,51	668 : 1	gering	48	267
5	Rimul (Humobakt)	0,92	0,10	0,82	45 : 1	gering	58	453
6	Stroh (unbehandelt)	0,88	0,09	0,80	30 : 1	mäßig	38	30
7	Buschhäcksel	0,80	0,28	0,55	42 : 1	keine	6	190
8	Splitt	-	-	-	-	-	3	1530
9	Stroh (gedämpft)	0,78	0,16	0,62	88 : 1	mäßig	30	50

Tab. 4: Phenol- und Tanningehalte sowie weitere Elgenschaften von 9 verschiedenen Mulchstoffen

Zwischen Stabilität der Schichtdicke des Mulchstoffes und dem Pflegeaufwand besteht bei den organischen Materialien ein gewisser Zusammenhang (Darstellung 6). Es ist deshalb sinnvoll, möglichst solche Materialien zu verwenden, die wenig zersetzt sind, um die Abbaugeschwindigkeit zu reduzieren. Bei solchen mit hoher Abbaurate wäre in diesem Zusammenhang an eine höhere Schichtdicke zu denken bzw. bei Stroh auch eine stärkere Zerkleinerung und Verdichtung in Erwägung zu ziehen. Die von SCHOLL (1983) als keimhemmend bezeichneten Inhaltsstoffe wirken auch herbizid. In der Darstellung 6 wurde der Gehalt von heißwasserlöslichen phenolischen Verbindungen und Tanninen mit dem Pflegeaufwand verglichen. Danach sind die den Pflanzflächen in den Mulchstoffen verabreichten absoluten Mengen dieser Inhaltsstoffe für die Unkrauthemmung bzw. die Reduzierung der Pflegekosten in hohem Maße verantwortlich.



Darst. 6: Zusammenhang zwischen Mulchschichtdicke und Pflegeaufwand

Nr.	Bezeichnung	Herstellkosten Mulchauf-lage DM gem. Tab. 1	Kosten für Nach-pflanzung DM/m²	Minderkosten für Nach-pflanzung gegenüber Unbehandelt	Pflegekosten für 3 Jahre DM/m²	Pflege-Minderkosten DM/m² für 3 Jahre gegenüber Unbehandelt	Gesamtkosten für 3 Jahre DM/m²	Gesamtminderung DM/m² gegenüber Unbehandelt	Kostenminderung in % geg. Unbeh.
1	Lignostrat	3,27	1,44	2,84	10,17	4,83	14,88	4,40	23
2	Forestina	3,63	0,48	3,80	9,21	5,79	13,32	5,96	31
3	Cortex	2,74	0,74	3,54	8,84	6,16	12,32	6,96	36
4	Sägemehl	2,25	1,04	3,24	7,62	7,38	10,91	8,37	43
5	Rimul (Humobakt)	2,64	1,38	2,90	7,64	7,36	11,66	7,62	40
6	Stroh (unbehandelt)	1,77	2,14	2,14	11,67	3,33	15,58	3,70	19
7	Buschhäcksel	2,56	1,84	2,44	13,86	1,14	18,26	1,02	5
8	Splitt	3,50	2,18	2,10	12,12	2,88	17,80	1,48	8
9	Stroh (gedämpft)	2,56	1,68	2,60	10,89	4,11	15,09	4,19	22
10	Unbehandelt	0	4,28	0	15,00	0	19,28	0	0

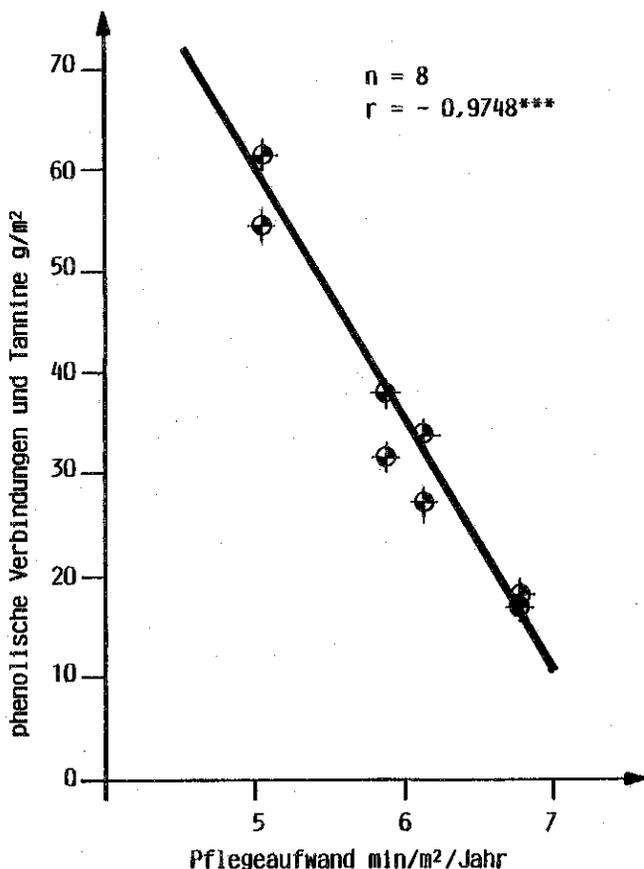
Tab. 5: Kosten-Nutzen-Analyse von 9 Mulchstoffen im Vergleich zu unbehandelten Flächen im Verlauf von 3 Versuchsjahren

### 3.4 Bewertung der Mulchstoffe

In der Tabelle 5 wurde auf der Basis eines Verrechnungslohnes von 30 DM/Stunde eine Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt. Als Kosten wurden die Herstellkosten gemäß der Tabelle 1 in Ansatz gebracht. Der monetär erfassbare Nutzen umfaßt den geringeren Pflanzenausfall und die Minderung der Pflegekosten. Durch Gegenüberstellung von Kosten und Gesamtnutzen wurde ein Gesamtertrag je Mulchvariante errechnet. Nach dem Ergebnis der Tabelle 5 ergaben sich gegenüber unbehandelten Parzellen nach Ablauf der wesentlichen Wirkungsdauer von 3 Jahren Gesamterträge von 1,02—8,37 DM/m<sup>2</sup>. Alle getesteten Stoffe konnten die Kostensituation positiv beeinflussen. Besonders günstig sind Sägemehl und alle Rindenmulchprodukte zu beurteilen, wobei die Qualität unter anderem von der Menge der herbizid wirkenden Inhaltsstoffe Tannin und Phenol abhängt. Auch Stroh dürfte wirtschaftlich noch von Bedeutung sein, vor allem, weil es nicht in dem Maße durch Transportkosten vom Hersteller zur Verwendungsstelle belastet wird wie Rinde. Buschhäcksel und Splitt können infolge ihrer geringen Wirksamkeit bzw. zu hoher Herstellkosten nicht konkurrieren. Der relativ hohe Gehalt an Tannin und Phenol bei Buschhäcksel läßt jedoch die Behauptung zu, daß bei einer Korngröße von 0/15 oder 0/30 mm durchaus mit einem besseren Ergebnis zu rechnen ist.

### 4. Schlußfolgerungen

Die Verwendung von Mulchstoffen aus Rinde, Sägemehl oder Stroh kann als wirtschaftliche Alternative zum Einsatz von Herbiziden in Grünflächen bezeichnet werden. Besonders wirksam ist diese Pflegemethode in der Entwicklungszeit der Pflanzungen und wenn vor dem Abdecken der Pflanzung durch geeignete Methoden die Unkrautsamen weitgehend neutralisiert werden können.



Darst. 7: Zusammenhang zwischen phenolischen Verbindungen sowie Tanninen und Pflegeaufwand bei organischen Mulchstoffen

Neben der Senkung der Pflegekosten ist bei gemulchten Flächen mit besseren Anwachsergebnissen als bei Neupflanzungen zu rechnen. Voraussetzung dazu ist, daß im Boden eine ausreichende Menge an Nährstoffen, besonders Stickstoff, vorhanden ist. Die durch die Mulchabdeckung bedingte bessere Wasserversorgung des Bodens verursacht ein gegenüber nicht gemulchten Flächen besseres Pflanzenwachstum. Infolge des früheren Bestandsschlusses wird dadurch eine stärkere Beschattung des Bodens hervorgerufen, welche die Entwicklung von Unkräutern ihrerseits zusätzlich vermindert. Schädliche Auswirkungen der Mulchstoffe auf die getesteten Pflanzenarten konnten nicht festgestellt werden. Die Andeckungsdicke von 5 cm hat sich unter Berücksichtigung der Meßwerte und Bonituren als Richtwert bewährt. Bei Stroh sollten größere Schichtdicken untersucht werden. Weitere umfangreiche Tests sind notwendig, um zumindest die wichtigsten Pflanzenarten bezüglich ihrer Mulchauflagetoleranz zu testen.

Verfasser: Dr. W. KOLB, T. SCHWARZ, R. TRUNK, Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, 8700 Würzburg/Veitshöchheim

### Literatur:

- BECKER, S., 1981: Endauswertung eines fünfjährigen Versuches zur Bodenpflege von Gehölzpflanzungen. — Z. f. Vegetationstechnik 4, 144—151.
- BUCHOW, W., 1985: Naturnahe Pflege von Grün bald verbindlich. — Taspo 10/1985, 1.
- Deutscher Städtetag, 1977: Statistisches Jahrbuch Deutscher Gemeinden. — Deutscher Städtetag, Köln.
- DONHAUSER, H., 1978: Stundenlohngutachten für den Garten- und Landschaftsbau in Bayern — Verband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau Bayern e.V., München.
- FINTEL, F., 1977: Bodendeckende Gehölze als Rasenersatz an Straßen. — Diss. TU Hannover.
- GRANTZAU, E. und H.C. SCHARPF, 1982: Einsatz von Rindenmulch zur Unkrautbekämpfung. — Z. f. Vegetationstechnik 5, 64—65.
- GRFP, 1982: Gütebestimmungen für Rindenhumus jetzt festgelegt. — Deutscher Gartenbau 8, 382.
- HEMMER, M., 1974: Pflanzenschutz bei Rosen. Der Rosenbogen mit Jahrbuch, Mitteilungen des Vereins deutscher Rosenfreunde. — Verl. Wesel, Baden-Baden, 127—134.
- Kessler, J., 1982: Gut gemulcht; Unkrautverdrängung und damit sinkender Pflegeaufwand. — Taspo, 07.02.1982, 4.
- KOCH, W., 1970: Unkrautbekämpfung. — Verl. Ulmer, Stuttgart.
- KOLB, W., 1981: Pflegeaufwand bei bodendeckenden Stauden und Gehölzen. — Diss. TU München.
- KOLB, W., 1984: Wirksamkeit der Stickstoffdüngung auf die Kompostierung von Mulchstoffen in Pflanzflächen. — Rasen-Turf-Gazon 15, 10—14.
- KOLB, W., T. SCHWARZ und R. TRUNK, 1979: Fertigstellungspflege bei bodendeckenden Pflanzen — Möglichkeiten der Kostensenkung durch Mulch und Bodenentseuchung. — Z. f. Vegetationstechnik, 2.
- KURTH, H., 1975: Chemische Unkrautbekämpfung. — Verl. Fischer, Jena.
- LIESECKE, H.J., 1978: Pflegeaufwand und Wuchsentwicklung bei Strauchpflanzungen in Abhängigkeit von Pflegeart und Standort. — Z. f. Vegetationstechnik 1, 82—88.
- LIESECKE, H.J., E. MÜLLER-PERBAND, E. SCHIERENBERG, R. RUDOLF, H. STEINBACH und A. WIDDEL, 1977: System zur Planung und Anwendung wirtschaftlicher Pflegeverfahren im öffentlichen Grün. — Gutachten für die Stadt Wolfsburg, TU Hannover.
- MAAS G. und W. PESTEMER, 1975: Nebenwirkungen chemischer Unkrautbekämpfungsmittel. — Verl. Rentsch, Erlangen-Zürich-Stuttgart.
- MELDER, A., 1976: Bekämpfung von Unkräutern und Krankheiten im öffentlichen Grün. — Neue Landschaft 11, 573—582.
- NIESEL A. und P. MÜLLER, 1973: Kalkulationskartei für den Garten- und Landschaftsbau. — BGL, Bonn.
- REHBOGEN, J., 1968: Kostenermittlung im öffentlichen Grün. — Verl. Patzer, Berlin-Hannover.
- ROCKHOLZ, H., 1978: Möglichkeiten der Kostensenkung bei der Unterhaltung von Pflanzflächen. — Schriftl. Mitt. vom 20.03.1978.
- SCHOLL, 1983: Untersuchung von Mulchstoffen. — Schriftl. Mitt. vom 30.11.1983.
- SCHRICKEL, D., 1978: Zu Problemen der Intensivierung der Baum- und Strauchpflege in der Hauptstadt Berlin. — Landschaftsarchitektur, VEB Deutscher Landschaftsverl., Berlin, H. 4, 112—114.
- WYMAN, D., 1973: Ground Cover Plants. — MacMillan Company, New York, 6. Edit.

# Eine Messe mit Zukunft

## — areal '85 — erfolgreiche Premiere in Köln

Dr. K. G. Müller-Beck, Münster

Erstmals eine konzentrierte Marktübersicht über Spezialmaschinen, Geräte und Produktlinien für die Grünflächengestaltung und -pflege in Köln zu schaffen, dies war das erklärte Ziel des areal-Fachbeirates, zu dem u. a. auch die Deutsche Rasengesellschaft gehört. Den Verantwortlichen der Kölner Messegesellschaft und des LAVs (ideeller Träger) ist es mit den Ausstellergruppen gelungen, diese hohe Erwartung der Besucher weitgehend zu erfüllen.

Als voller Erfolg für die Mehrzahl der beteiligten 224 Firmen aus 14 Ländern erwies sich diese 1. areal — Intern. Fachmesse für Flächengestaltung und -pflege, die vom 6. bis 9. 11. 85 in Köln Premiere hatte.

Die auf der areal erstmals umfassend vorgestellten aktuellen Problemlösungen im „grünen Bereich“ fanden lebhaften Zuspruch bei Fachbesuchern aus öffentlichen Verwaltungen sowie erfreulicherweise bei führenden Firmen aus dem Garten- und Landschaftsbau.

Besonders begrüßt wurde aufgrund der Interessensidentität der Besucher die überlappende Durchführung der areal mit der s + b Intern. Ausstellung für Sport-, Bäder- und Freizeitanlagen.

Sowohl der IAKS-Kongreß als auch das parallel laufende areal-Symposium bildeten als Rahmenveranstaltung ein wertvolles Forum zum Austausch von Erfahrungen und Anregungen sowie kritischer Prüfung bestehender Verfahren in der immer wichtiger werdenden Landschafts- und Freiraumgestaltung.

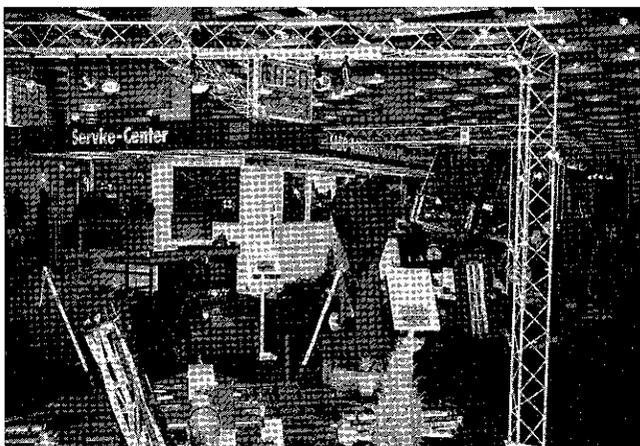
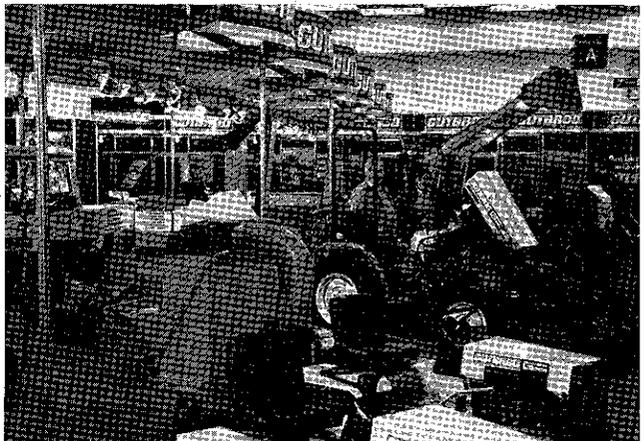
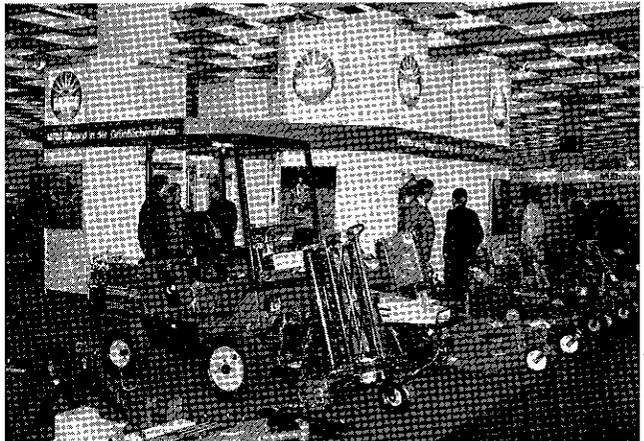
Namhafte Fachleute berichteten unter dem Motto: „Landschafts- und Freiraumgestaltung — aus der Praxis für die Praxis“ über ihre Erkenntnisse.

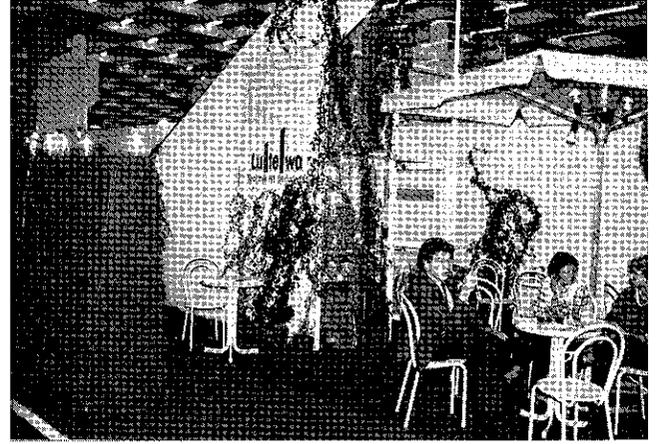
Geeignet zur vertiefenden Weiterbildung, sind die bereitgestellten Referats-Kurzfassungen während des Symposiums zu erwähnen.

Eine Gliederung der Besuchergruppen ergibt sich aus der durchgeführten repräsentativen Befragung eines Marktforschungsinstitutes.

Danach zeigt sich folgendes Bild:

52,3 %	areal-Besucher aus der privaten Wirtschaft
davon	17,3 % Galabau
	13,3 % Großhandel
	9,4 % Industrie
41,7 %	areal-Besucher aus Behörden
davon	16,0 % Grünflächenämter
	9,7 % Sport- und Bäderämter
	5,8 % Stadtplanungsämter





Mit 15000 Fachinteressenten aus 47 Ländern wurde ein überraschend gutes Besucherergebnis verzeichnet. Bemerkenswert erscheint der hohe Auslandsanteil von 27%. Aussteller und Besucher waren sich in Gesprächen darüber einig — mit der areal verfügt die Branche jetzt über eine international ausbaufähige Plattform mit festem Standort, an einem zentral gelegenen Messeplatz.

Die Anlage und Pflege des lebenden Grüns stand im Mittelpunkt der areal. Geschickt wurde das breite Maschinen- und Geräteangebot durch Präsentationen von Baumschulerzeugnissen, Rasenformen auf Dächern, stilisierten Golf-Grüns oder unterschiedlichen Substraten zur Bodenverbesserung aufgelockert. Die Gestaltungsmöglichkeit mit natürlichen Baustoffen (z. B. verschiedene Gesteinsarten) fand ebenso Berücksichtigung wie die Verwendung von vorgefertigten Elementen aus Beton oder anderen Grundstoffen.



Der Ansatz, die Benutzer- und Umweltfreundlichkeit herauszustellen, war bei vielen Angeboten zu beobachten. So werden beispielsweise Großflächenmäher der neuen Generation mit Kabinen mit integrierter Heizungs- und Lüftungsanlage, mit umweltschonenden Katalysatorabgasanlagen oder neu entwickelten Niederdruck-Breitreifen sowie mit vollhydraulischer Lenkung und Gerätesteuerung angeboten.

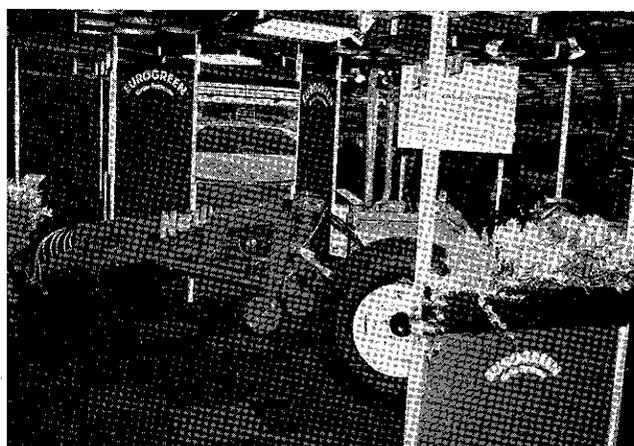
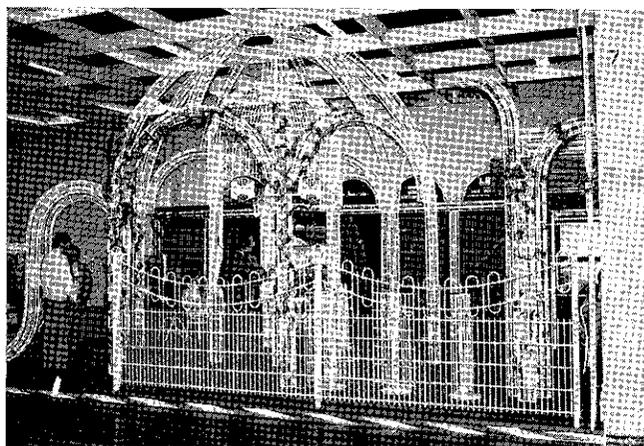
Ein wesentliches Element des Stadtgrüns wird vom Baum geprägt. Auch dieser Tatsache wurde die areal mit einer weit gefächerten Darbietung aus dem Baumschulbereich gerecht. So überzeugte beispielsweise die Gestaltung eines Ruheplatzes mit Bäumen ebenso wie das sachgerechte Pflanzsystem für den Straßenbaum.

Das vielfältige Angebot nicht immer klar definierter Produkte für die Baumpflege zeigte das große Bedürfnis bei der Bewältigung der vielschichtigen Probleme unserer Stadtbäume.



Die Produkte fast aller Hersteller belegten eindrucksvoll, wie rasch sich die Industrie auf die stets steigenden Anforderungen im Umweltbewußtsein eingestellt hat. Das gilt für die Umweltsanierung im gleichen Maße wie für schonende Pflege von Grünanlagen und Freiflächen. Die Geräte werden bedienungsfreundlicher und wirtschaftlicher. Neue Ideen zur Verbesserung des Wohnumfeldes, wie Grün auf Dächern und an Fassaden, sind auf dem Vormarsch.

Der areal '87 ist zu wünschen, daß die Präsentation der grünen Branche durch weitere „Mosaiksteinchen“ bereichert wird.



## Neues aus der Industrie auf der areal in Köln '85

### EUROGREEN Rasen-Untersodendüngung

Das neue EUROGREEN-Verfahren der Flüssigdüngung unmittelbar in den Wurzelbereich der Graspflanzen bringt eine Reihe entscheidender Vorteile:

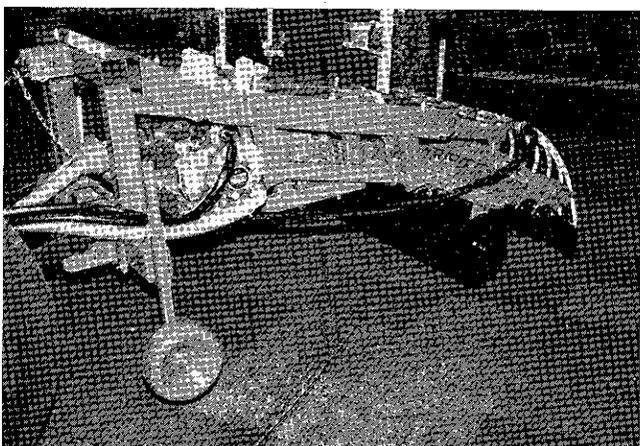
Grundsätzliches Ziel der Untersodendüngung ist die Verbesserung der Wurzelabsenkung, womit sich automatisch die Scherfestigkeit erhöht, die Wasserausnutzung verbessert und Nährstoffversorgung in den optimalen Bereich geführt wird.

Letzteres trifft sowohl für die Nährstoffausnutzung als auch für die Nährstoffzufuhr zu, da die Flüssigdüngung sowohl von der Düngermenge als auch von der Düngerszusammensetzung sehr genaue Dosiermöglichkeiten bietet.

Über ein Niederdrucksystem wird beim Untersodendüngerverfahren im Reihenabstand von 8—10 cm zunächst die Rasensode mit einem Scheibensech aufgetrennt.

Dem vorschneidenden Scheibensech folgt das mit einer Spezial-Injektionsdüse ausgerüstete Widia-bestückte Messer.

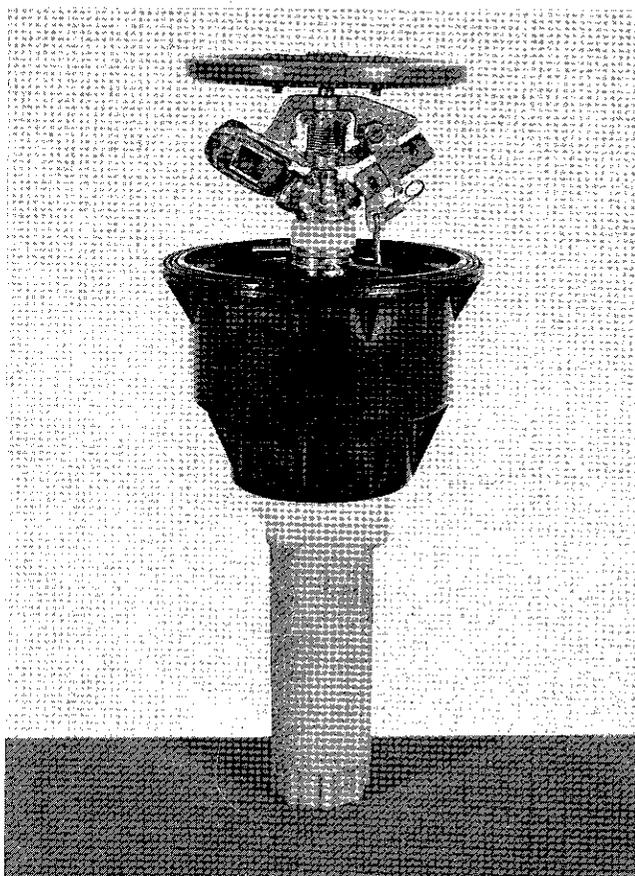
Der 300 Liter fassende Vorratsbehälter reicht für das Abdüngen eines Rasensportplatzes.

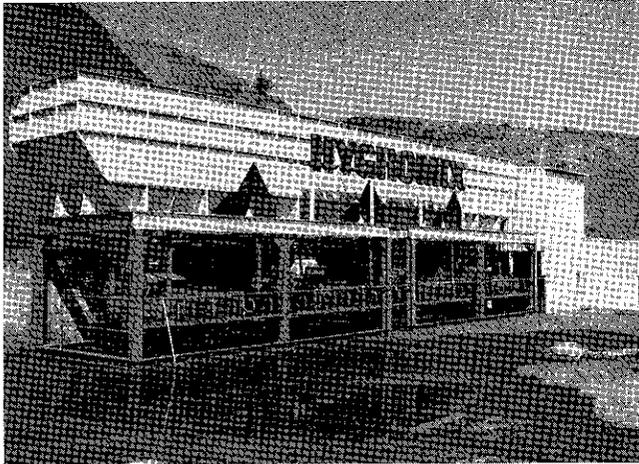


Die neue EUROGREEN-Maschine zur Untersodendüngung von Rasenflächen

### Neuer Versenkregner von Perrot-Regnerbau

Kleinere Park- oder Sportanlagen sowie Privatgärten sind Einsatzbereiche für diesen neuen Perrot-Versenkregner mit der Modellbezeichnung LVZY. Er kann wahlweise mit einer Düse bestückt werden, die 3,2 oder 3,5 oder 3,8 mm Durchmesser hat. Mit der größten Düse werden bei 2 bar Druck am Regner 11,5 m Wurfweite erreicht und bei 4 bar 12,8 m. Diese Werte sind dieselben wie beim Modell LVZA 22 mit 3,8 mm Düse. Der kostet allerdings mehr als das Doppelte des LVZY, für den Endabnehmer nur etwa DM 93,50 + MwSt. zu bezahlen haben. Der LVZY wird auch mit Wendemechanismus für stufenlose und fingerleichte Sektoreneinstellung angeboten (Modellbezeichnung dann LVZYZW). Das neue Modell ist eine Weiterentwicklung des Versenkregners LVZX. Äußerlich und in den Abmessungen gibt es keine Unterschiede. Der LVZY hat jedoch einen Krümmer aus Messing und vergleichsweise bessere Leistungsdaten, die durch größeren Durchlaß und verbesserte hydraulische Verhältnisse erreicht werden konnten.





HYGROMIX Dosieranlage

### 10 Jahre HYGROMIX Rasenplätze

Die komplizierte Herstellung von Ortsmischungen und Risiken ihres Einsatzes führten 1975 zur Entwicklung der HYGROMIX Fertigtragschicht. Das Substrat ist ein reines Naturprodukt auf mineralischer Basis, d.h. ohne chemische Zuschlagstoffe. Es wird unter strengen Kontrollen im Herstellerwerk gefertigt; das garantiert gleichbleibende Zusammensetzung und absolute Homogenität und schließt Risiken von Baustellenmischungen aus. HYGROMIX Rasenplätze können schnell und weitgehend unabhängig vom Wetter gebaut werden. Seit 1976 wurden mehrere Millionen Quadratmeter HYGROMIX Rasenflächen angelegt. Sie sind ideale Sportböden: biegeelastisch durch besonderen Kornaufbau, wasserdurchlässig mit hoher Wasserspeicherkapazität und Oberflächenscherfestigkeit. HYGROMIX Rasenplätze eignen sich für harten Dauerbetrieb und benötigen keine besondere Pflege. Unter normalen Bedingungen lassen sich tägliche Nutzungszeiten von 4—6 Stunden erreichen. HYGROMIX Rasenplätze sind als Fertigkonzept oder Individuallösung finanziell interessant und eignen sich vor allem für Vereinsplätze, Bezirkssportanlagen und Bundesligastadien. In Aschaffenburg wurden bereits 13 HYGROMIX-Rasenplätze angelegt.

### Gutbrod-Neuheiten

Anlässlich der „areal“ stellte Gutbrod einige Neu- und Weiterentwicklungen für die Grünflächen- und Sportstättenpflege sowie für die Bodenreinigung im Innenbereich vor. Vorrangiges Ziel dieser Entwicklungen ist die Rationalisierung der Pflegearbeiten im Kommunal- und Objektbereich.

Der Gutbrod Gartentraktor 1010 (s. Bild) wurde für schnellen, einfachen Gerätewechsel jetzt mit einer Front-Schnellanbauvorrichtung und einem Zapfwellen-Schnellanschluß versehen, eine Technik, die in dieser Klasse einmalig ist. Außerdem hat er einen neuen, besonders leisen Motor und ein 6-Gang-Getriebe bekommen.

Ganz neu ist der Allrad-Traktor mit Synchrongetriebe GUTBROD 4200. Es handelt sich hier um einen außergewöhnlich robusten, leistungsstarken Allradschlepper in der 20 PS-Klasse mit außerordentlich enger Getriebeabstufung. Sein Haupteinsatzbereich liegt im Garten- und Landschaftsbau sowie im Winterdienst und der Anlagenpflege unter schwierigen Einsatzbedingungen. Eine breite, vollständige Arbeitsgerätepalette steht zur Verfügung.

Das Maschinenprogramm für die Boden-Naßreinigung im Innenbereich z.B. in Sporthallen, Bädern und Verwaltungsgebäuden, das Gutbrod im Frühjahr 1985 erstmalig vorgestellt hat, wird konsequent weiter vervollständigt. Nach den batteriegetriebenen Scheuersaugmaschinen mit 70 und 85 cm Arbeitsbreite wird jetzt zusätzlich ein 55 cm breiter Bodenreinigungs-Automat wahlweise mit Netzstrom oder Batterieantrieb angeboten.

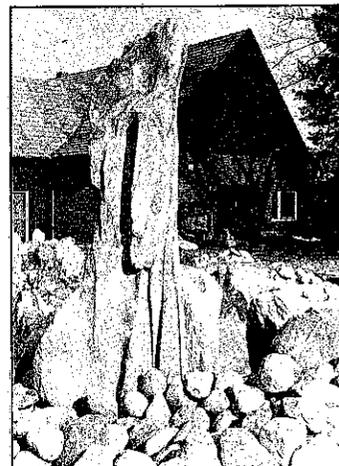


## Unser Rasen hält was aus!

Wir bauen Rasensportplätze  
z.B. nach dem S/48 scanturf-system®  
– Dauerbespielbarkeit durch hohe Wasserdurchlässigkeit –



Grünanlagen GmbH  
Holzhausenstr. 18 · 5020 Frechen 5  
Tel.: 0 22 34 / 3 10 31 · Telex: 889182 gras d.



### 1000 Findlinge, alle Größen zur Auswahl

Schwedische Rollkiesel  
bis 1000 mm  $\phi$ ,  
Alpenkies  
bis 300 mm  $\phi$ ,  
Marmorkies  
bis 100 mm  $\phi$ ,

Findlingshof  
Westbern  
4404 Telgte  
Tel. 0 25 04 / 80 30

Es muß nicht immer Fußball sein!

# Der Retter des Rasens

Für sämtliche Groß- und Kleinveranstaltungen auf Rasenflächen.  
Zur Überbrückung von extremer Beanspruchung.  
Immer wieder einsetzbar.

Gratis-Information anfordern!

Gebr. Schuster KG · 8994 Hergatz  
Postfach 706 · Tel. 08385/13 14

## RASEN GRÜNFLÄCHEN BEGRÜNUNGEN

Die nächste Ausgabe erscheint im März 1986  
Anzeigenschluß für dieses Heft ist am  
28. Februar 1986

**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

Finsterwalder-Hof, 8214 Hittenkirchen a. Ch.

*naturrein, biologisch, aufbaueffektiv*

**QUARZSAND**  
mehrfach gewaschen in verschiedenen Körnungen zum Besanden des Rasens.

**Franz Feil**  
Quarzsandwerk  
8835 Pleinfeld  
☎ 09104/250-Sandwerk 09172/1720

Ein neuartiges, konkurrenzlos preisgünstiges System in der Landschaftsbegrünung stellt sich vor:

## Herzog Rollrasen System

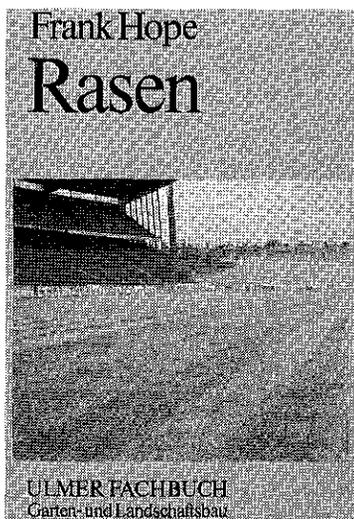
(Deutsches Gebrauchsmuster, Patent angemeldet)

- Edler Rollrasen auf Bestellung. In vier bis sechs Wochen lieferbar.
- Lieferung aller Rasensorten in 1 m breiten und 5 m langen Bahnen auf verrottbarer Pflanzenmatte. Gewicht 4—5 kg/qm.
- Schnelles festes Anwachsen an der Bodensubstanz. Der Rollrasen ist sofort begehbar.
- Total dichtes und lichtundurchlässiges Geflecht. Kein Unkraut kann durch die Matte stoßen.
- Nach nur ca. 4 Wochen Kulturzeit hat der Herzog-Rollrasen die Reißfestigkeit einer herkömmlichen Rasenzucht nach 14 bis 18 Monaten.

Fordern Sie bitte ausführliche Informationen und Preisangebot an.

### Herzog Rollrasen System Hubertus Graf Beissel von Gymnich

Unterer Dürrenberg 28 · D-8110 Murnau  
Tel. 08841/8304 Autom. Anrufbeantworter



## 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 2005 50, 5300 Bonn 2

### Bestellschein

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

50387 \_\_\_\_\_ HOPE, Rasen      DM 44,

Name und Anschrift

Datum

# 3 TOP-RASENGRÄSERZÜCHTUNGEN

aus unserem Programm:



Wiesenrispe

Horstrotschwingel

Deutsches Weidelgras

**AMPELLIA**  
**CENTER**  
**HUNTER**

— gesch. Sorte —

— gesch. Sorte —

— gesch. Sorte —

spät, dichtnarbig, strapazierfähig, mittel-dunkelgrün, widerstandsfähig gegen Trockenheit und Krankheiten.

**HEINE & GARVENS OHG - 3000 HANNOVER 81**

Postfach 890209 · Telefon 05 11/86 1066 Telex 922637 cwghn-d

## Stickstoff-Langzeitdünger



für den Rasen

**ALZODIN®**

- \* Verringerter Arbeitsaufwand durch Stickstoff-Langzeitwirkung und gebremsten Grasaufwuchs
- \* Erhöht die Strapazierfähigkeit
- \* Verringert die Nitratauswaschung
- \* Ideal für alle Grünanlagen sowie Spiel- und Sportflächen

SKW Trostberg AG  
8223 Trostberg  
Postfach 1150/1160

**SKW  
TROSTBERG**

**RASENBAUMASCHINEN**  
Die rentablen Maschinen für jeden Landschaftsgärtner



Vorwalzen  
Säen  
Einigeln  
Nachwalzen

Rasenbaumaschinen  
Sämaschinen  
für den Gartenbau  
Kleinmotorwalzen

**SEMBDNER**  
8034 Germering/München  
Telefon 089/84 23 77

**SEMBDNER**

SEIT  
MEHR ALS 70 JAHREN

# 10 JAHRE HYGROMIX RASENPLÄTZE NEUER AKZENT IM RASENPLATZBAU!

Ortsgemischte Tragschichten sind mit Risiko behaftet. Aus dieser Erkenntnis entwickelten wir im Jahre 1975 HYGROMIX als erste fertige Tragschicht für Rasenplätze. Elektronisch gesteuerte Anlagen garantieren die gleichmäßige Qualität. HYGROMIX verkürzt die Bauzeit, mindert das Risiko und ist für harten Dauerbetrieb geeignet. Seit 1976 entstanden rund 2 Millionen Quadratmeter HYGROMIX Rasenflächen. Davon allein 13 HYGROMIX Rasenplätze in Aschaffenburg.



Unsere stetige Weiterentwicklung macht unsere Spezialbaustoffe und Systeme so erfolgreich, z. B. ist GELSENROT der am meisten eingesetzte Tennenbelag in Berlin, Dortmund, Duisburg, Essen, Frankfurt und Stuttgart.

Wir besitzen als Spezialunternehmen über 20-jährige Erfahrung. Für Städte, Gemeinden und Vereine haben wir tausende Sportplätze beliefert, gebaut und renoviert. Fordern Sie Referenzen an. Fragen Sie uns, wenn es um Bau, Renovation oder Pflege von Sportplätzen geht.

**HYGROMIX**  
zuverlässiges Fertigkonzept

**GELSENROT**

GELSENROT SPEZIALBAUSTOFFE GMBH

Engelbertstr. 16 · 4650 Gelsenkirchen (Resse) · Telefon (02 09) 7 10 51-55 · Telex 824 517 gero d