

RASEN

TURF | GAZON

GRÜNFLÄCHEN BEGRÜNNUNGEN

1

88

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

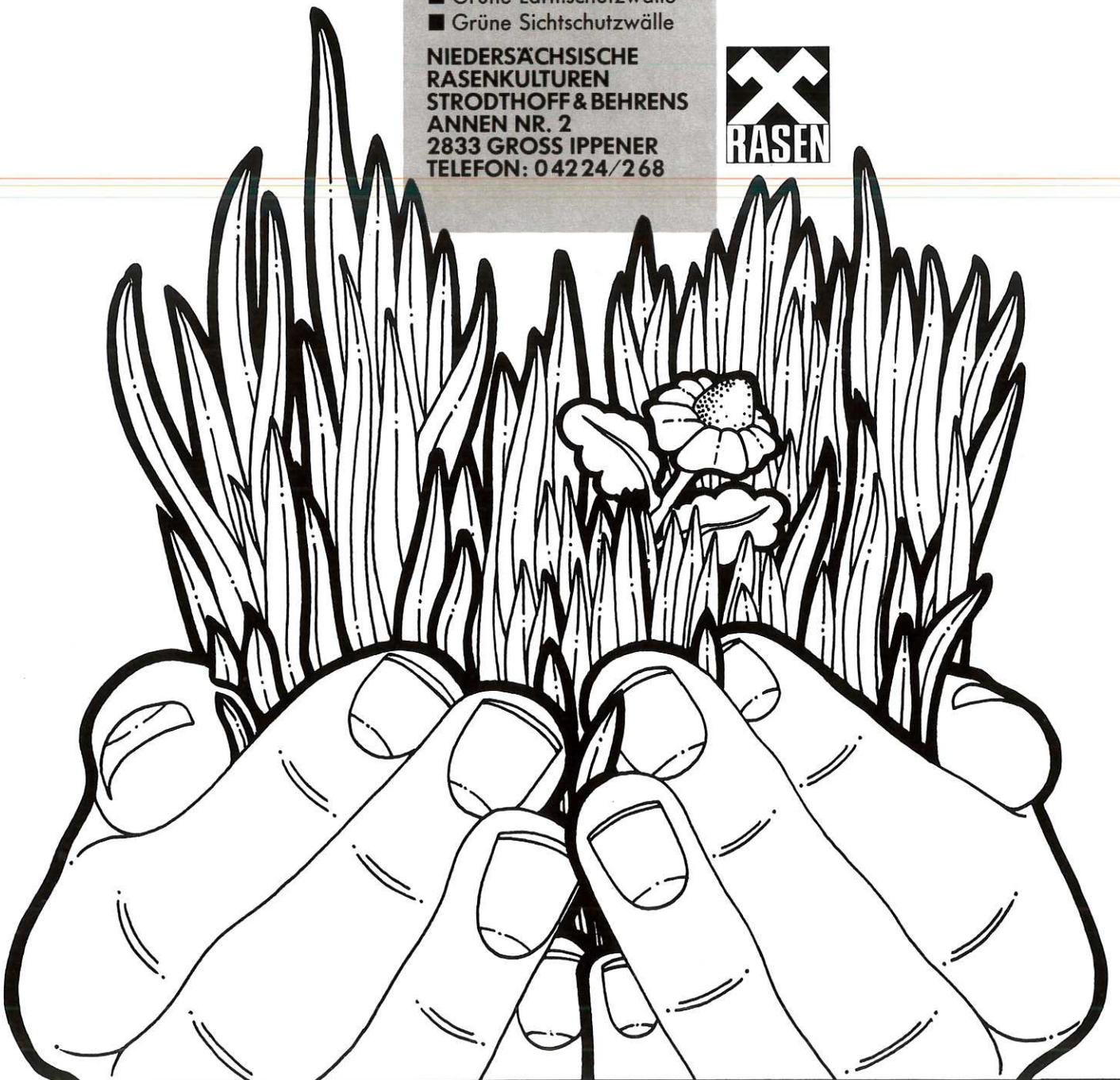
Wir haben das Grün
im Griff.
Die Niedersächsischen
Rasenkulturen. —
Spezialisten für
strapazierfähigen
Fertigrasen in den verschie-
densten Sorten.

Sonderkulturen:

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

**NIEDERSÄCHSISCHE
RASENKULTUREN
STROTHOFF & BEHRENS
ANNEN NR. 2
2833 GROSS IPPENER
TELEFON: 04224/268**

GRÜN AUS GUTEN HÄNDEN.





Der Rasen-Volldünger mit organisch gebundenem Langzeit-Stickstoff Isodur®, der unter Rasenflächen nicht eingewaschen wird. Rasen-Floranid mit allen Nährstoffen im richtigen Verhältnis für Sportrasen. Nutzen Sie die COMPO-Rasenkompetenz. Sie hilft Ihnen bei Problemen der Rasenpflege.

Rasen-Floranid: Rasendüngung mit Sachverstand

Umweltfreundliche Voll-Ernährung für strapazierfähigen Rasen mit Rasen-® Floranid

© – Registriertes Warenzeichen BASF

BASF Gruppe



LB-RF-88



DER FRONT-LÄUFER

Seien Sie dem Wettbewerb voraus – nutzen Sie die Überlegenheit des John Deere F935 Großflächenmähers. Der leise 3-Zylinder-Dieselmotor mit 22 PS, die Arbeitsbreite bis zu 1,84 m, der Rotationsmäher mit Heck- oder Seiten-Auswurf, Komfort, sowie ermüdungsfreie Bedienung des hydrostatischen Getriebes, Lenkhilfe und Differentialsperre – das alles läßt Sie mühelos mehr Gras besser mähen. Das Qualitäts-Produkt, das man von John Deere, dem großen Hersteller von Rasen- und Gartengeräten erwarten kann, sowie unser ausgedehntes Händlernetz, sichert Ihre Mäharbeit. Einsatz für Einsatz – Jahr für Jahr! Informieren Sie sich über das weitgespannte Programm von John Deere Qualitäts-Bodenpflegegeräten. Reichen Sie uns den mit Ihrer genauen Adresse versehenen Anforderungs-Coupon ein. Ausführliches Material liegt für Sie bereit.

ZUVERLÄSSIGKEIT IST UNSERE STÄRKE



John Deere Vertrieb Deutschland
Steinbenstr. 36-42
6800 Mannheim 1
Tel. 0621/8104443
BTX *21520#

ALGH 1921 D

März/April 1988 - Heft 1 - Jahrgang 19
Hortus Verlag GmbH - 5300 Bonn 2

Herausgeber: Professor Dr. H. Franken, Dr. H. Schulz

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

- 5** **Kräuterrasen als alternative Rasenanlage**
H. Schulz, Stuttgart-Hohenheim
- 13** **Zur Problematik der Skipistenbegrünung**
Th. Schauer, München
- 20** **Untersuchungen an Rasensportplätzen in
„bodennahen Bauweisen“**
H. Nonn u. H. Franken, Bonn
- 33** **Umweltfreundliche Sportstätten**
H. Schulz, Stuttgart-Hohenheim

- 34** **Rasenseminar in Walsrode der Deutschen
Rasengesellschaft Bonn**
- 35** **Bundessymposium „Grünentwicklung für
den ländlichen Raum“**
- 35** **Aus der Literatur**

Beilagenhinweis:

Dieser Ausgabe liegen Prospekte folgender Fir-
men bei:

- Düsing GmbH & Co. KG, Gelsenkirchen
- Feldsaaten S. Freudenberger, Krefeld
- Pflanzenschutz Urania GmbH, Hamburg

Wir bitten unsere Leser um Beachtung.

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

Verlag, Vertrieb und Anzeigenverwaltung: HORTUS
VERLAG GMBH, Postfach 200655, Rheinallee 4b,
5300 Bonn 2, Telefon (0228) 353030/353033. Verlagslei-
tung und Redaktion: R. Dörmann, Anzeigen: Elke
Schmidt. Vertrieb: Regine Hesse. Gültig ist die Anzeigen-
preisliste Nr. 9 vom 1.9.1986. Erscheinungsweise: jäh-
rlich vier Ausgaben. Bezugspreis: Einzelheft DM 12,—, im
Jahresabonnement DM 46,— 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.

Zusammenfassung

Der Anteil an artenreichen, ökologisch wertvollen Kräuterrasen nimmt ständig zu. Sie können durch Umwandlung alter Dauergrünland- oder Rasenbestände oder durch Neuansaat erstellt werden. Bei der Umwandlung laufen alle Bewirtschaftungs- und Nutzungsmaßnahmen auf eine Verarmung des Bodens an Nährstoffen, besonders an Stickstoff und Kalium, hinaus.

Für Neuanlagen müssen die für den jeweiligen Standort geeigneten Pflanzenarten ausgewählt werden. Die Anwendungsmöglichkeit der ökologischen Kennzahlen wird demonstriert.

Saatgut für Kräuterrasen ist teilweise schwierig beschaffbar. Grundsätzlich sollten nur heimische, ausdauernde Pflanzenarten angesät werden. Bisher übliche Mischungen enthalten einen sehr hohen Gras- und Leguminosenanteil, der zugunsten der Kräuter herabzusetzen ist. Geteilte Aussaat, erst Kräuter, 14 Tage später Gräser, fördert die Konkurrenzfähigkeit der Ersteren. Reinigungsschnitte dämpfen den Aufwuchs unerwünschter Pflanzen. In den Folgejahren genügt ein ein- bis zweimaliger Schnitt, dessen Zeitpunkt sich nach der Pflanzenbestandszusammensetzung richtet. In der Regel ist ein Abräumen des Mähgutes erforderlich.

Turf with a predomination of herbs as an alternative green

Summary

The proportion of ecologically valuable turfs containing herbs and rich in different species increases constantly. Such turfs can be established either by changing old permanent pastures or turfs or by sowing new seeds.

In the process of management or utilization all the measures end with an impoverishment of the soil of nutrients, in particular nitrogen and potash.

When new turfs are established, plant species most suitable for the site in question should be selected. Demonstrated is the way in which the ecological key numbers can be applied. It is sometimes difficult to obtain seeds for turfs with a predomination of herbs. On principle, only native, perennial plant species should be sown. The mixtures sown so far contain a very high proportion of grasses and legumes which should be reduced in favour of the herbs. Sowing in two phases, viz. first herbs and a fortnight later grasses, helps to improve the competing qualities of the herbs. Clipping for cleaning purposes helps to reduce the growth of undesirable plants. In the following years one or two clippings suffice, the times of clipping depending on the composition of the plant populations. The cut grass must usually be removed.

Pelouse à herbes en tant que gazon alternatif

Résumé

Le pourcentage de pelouses riches en espèces herbacées de valeur écologique augmente continuellement. Ces pelouses peuvent être créées soit par transformation d'anciennes prairies permanentes, soit par façon d'un nouveau semis.

Lors de la transformation les mesures d'exploitation et d'entretien se ramènent toutes à un appauvrissement du sol en éléments nutritifs, notamment en azote et en potassium.

Pour un nouveau semis les espèces doivent être choisies en fonction de leur affinité pour l'emplacement en question. Les possibilités qu'offre alors l'utilisation des indices écologiques sont démontrées.

Il est en partie difficile de se procurer des semences pour des gazons herbacés. En principe seules des espèces indigènes pérennes ne devraient être utilisées. Les mélanges habituels utilisés jusqu'à présent contiennent une forte proportion en graminées et légumineuses qui devra être réduite en faveur des herbes. Un semis fractionné, dans un premier temps les dicotylédones et quinze jours plus tard les graminées favorise la compétitivité des dicotylédones. Des fauchages réguliers limitent le développement des plantes non désirées. Dans les années qui suivent une ou deux coupes sont suffisantes, en choisissant la date en fonction de la composition botanique du peuplement. Normalement le ramassage et l'enlèvement des foins est nécessaire.

1. Einleitung

Unter „Kräuterrasen“ werden extensiv gepflegte, in der Regel ein- bis höchstens dreimal jährlich geschnittene und nicht gedüngte kräuterreiche Landschaftsrassen und sehr extensiv gepflegte, wenig belastete Gebrauchsrasen verstanden. Ihr Pflanzenbestand ist aus ausdauernden, zumindest zweijährigen Pflanzenarten der heimischen Flora zusammengesetzt.

Der Kräuterrasenanteil nimmt kontinuierlich, aber sehr langsam zu. 1985 bestanden etwa 6 % der Rasenflächen in Karlsruhe aus „Blumenwiesen“, in Stuttgart waren 12 % ein- bis zweischnittige Heuwiesen und in München 40 % der öffentlichen Rasenflächen Extensivrasenflächen.* Nach einer Umfrage in Hessen 1985 in 50 Städten und Gemeinden werden 47 % der Grünflächen als Zierrasen und 53 % als Wildwiesen gepflegt. Schmidt (1986) gibt an, daß 25 bis 60 % der Rasenflächen in der Bundesrepublik Deutschland extensiv gepflegt werden.

Die Meinung, daß auf jedem Standort zu jeder Jahreszeit und bei unterschiedlichster Bewirtschaftung eine „Blumenwiese“ erstellt werden kann, muß ein Wunschtraum bleiben. Ein Kräuterrasen kann auch nicht allen Tieren und Pflanzen optimale Lebensbedingungen bieten.

Als alternative Rasen kommen in Frage:

1. Gebrauchsrasen, die nicht stark strapaziert werden, z.B. Hausrasenflächen, Böschungen, kommunale Anlagen;
2. Landschaftsrassen, z.B. großflächige Rasenanlagen der Kommunen, Randzonen von Verkehrswegen, Rekulтивierungsflächen, Roughs auf Golfplätzen.

Es scheiden aus: Zierrasen als Repräsentationsgrün im kommunalen und privaten Bereich, Sportrasen, einschließlich der Greens auf Golfplätzen, sowie stärker strapazierte Gebrauchsrasen.

2. Funktionen

Die wesentlichen Funktionen eines Kräuterrasens sind ökologische Vielfalt sowie Boden- und Umweltschutz. Darüber hinaus soll er einen ästhetischen Anblick bieten bei einem ökonomisch vertretbaren Pflegeaufwand.

1. Ökologische Vielfalt ist eine verhältnismäßig leicht zu erfüllende Forderung an den alternativen Rasen. In der Folge ist nicht nur an das reiche Arteninventar bei Pflanzen, sondern auch bei Tieren gedacht, mittelfristig weiterhin an die Vermehrung von Bodenlebewesen, also von Mikrofauna und -flora.

2. Erosionsschutz bedeutet Schutz des Bodens vor Abschwemmung und Windausblasung. Dazu ist ein Kräuterrasen ebenso wie alle anderen Rasen und Grün-

* Mündliche Informationen aus den Gartenbauämtern Karlsruhe, Stuttgart und München.



Abb. 1: Extensiv gepflegter Gebrauchsrasen als Kräuterrasen



Abb. 2: Gut gelungene Kräuterarten-Neuansaat einer Böschung zwischen Straße und Wiese

landflächen nur befähigt, wenn durch einen ganzjährig hohen Bedeckungsgrad und weitverzweigte, tiefe Wurzelbildung die unmittelbare Einwirkung von Starkregen und Wind abgeschwächt wird.

3. Umweltschutz im weitesten Sinne ist vom alternativen Rasen nur in beschränktem Ausmaß zu erwarten. Er dient aber zumindest als Lufterneuerer, bindet teilweise Staub, schafft einen mikroklimatischen Ausgleich, reduziert den Nitrataustrag, hält Schadstoffe zurück und sichert einen ausgeglichenen Wasserhaushalt.

4. Ästhetischer Anblick ist eine nicht immer und für jeden Betrachter voll erfüllbare Forderung, da die Rasenflächen nach dem Abblühen der Leitkräuter oder nach dem Mähen kaum Farbtupfer enthalten. Außerdem war der Schönheitsbegriff im Zeitverlauf schon immer einem Wandel unterworfen. In der Renaissance galten symmetrisch angelegte Rasenflächen mit Rabatten als geschmackvoll. Im 19. Jahrhundert dagegen war die offene Parklandschaft beliebt. Um die Jahrhundertwende wiederum wurde der Hausrasen aufgewertet. In neuerer Zeit schließlich ist das Bedürfnis nach Natur- und Landschaftserlebnis groß, und ein Landschaftsrasen mit vielen Kräutern wird von einem Teil der Bevölkerung begeistert aufgenommen.

5. Geringer Pflegeaufwand ist eine weitere, hauptsächlich von den Kommunen gestellte Forderung. Naturnahe Pflege kann auf großen zusammenhängenden Flächen kostengünstiger, in Teilbereichen allerdings auch teurer sein als Intensivpflege. Aufwand und Kosten hängen ab von Lage und Größe der Fläche, vorhandenen Maschinen, Qualifikation des Pflegeperso-

nals, Möglichkeit des Transports und der Lagerung des Mähgutes.

3. Standorte

Grundsätzlich kommt für die Anlage eines Kräuterrasens jeder Standort in Frage. Trotzdem sind die Erfolgsaussichten verschieden zu bewerten. Feinerde- und deshalb fast immer nährstoffreiche Böden sind wegen der starken Konkurrenzkraft vieler Gräserarten und einiger unerwünschter Kräuter auf derartigen Standorten wenig geeignet. Auch auf sauren und nassen Böden wird die Artenvielfalt im allgemeinen eingeschränkt. Frische bis trockene, magere, kalkhaltige Standorte bieten die günstigsten Voraussetzungen. Solche Grünlandflächen



Abb. 3: Ausschnitt aus Bild 2 mit *Leucanthemum vulgare*, *Hieracium aurantiacum*, *Campanula spe.* u. a. Kräutern



Abb. 4: *Salvia pratensis* als dekoratives Kraut in trockenen Kräuterrasen

werden von den pflanzensoziologischen Einheiten Halbtrockenrasen, Salbei- oder typische Glatthaferwiesen oder trockene Goldhaferwiesen eingenommen. Nebenbei bemerkt, sind diese Grünlandgesellschaften keine natürlichen, sondern Halbkulturformationen, die in Waldgesellschaften als Klimaxstadium übergehen, wenn man sie sich selbst überließe, also weder mähen noch beweiden würde.

Die Pflanzengesellschaften sind Spiegelbild des Standortes. An ihnen kann man vielfach einige Bodenfaktoren wie Alkalität, Nährstoffverhältnisse oder Feuchtigkeit ablesen, aber auch den Einfluß von Temperatur, Licht sowie Bewirtschaftung erkennen. Da die Pflanzengesellschaften aus einer Vielzahl von Arten zusammengesetzt sind, kann man einzelne zur Kennzeichnung des Standortes heranziehen. Umgekehrt kann man für Neuanlagen die Pflanzenarten auswählen, die für den gegebenen Standort besonders gut geeignet sind.

4. Umwandlung von Intensiv-Rasenflächen

Grundsätzlich können zwei verschiedene Wege zum Erhalt eines Kräuterrasens führen:

1. durch Neuansaat;
2. durch Umwandlung von alten Dauergrünland- oder Rasenbeständen. Diese Methode ist risikofreier, allerdings auch langwieriger als eine Neuansaat.

Auf nährstoff- und feinerdearmen Böden gelingt eine Umstellung in wenigen Jahren. Intensiv genutzte Wiesen und Weiden sowie kurzgehaltene, einseitig zusammengesetzte Zier- oder Sportrasenflächen sind wesentlich schwieriger und langwieriger umzuwandeln.

Alle Bewirtschaftungs- und Nutzungsmaßnahmen müssen auf eine Verarmung des Bodens an Nährstoffen, vor allem an Stickstoff und Kalium hinauslaufen. Das gelingt nur, wenn der Nährstoffkreislauf durch Abfuhr des Aufwuchses unterbrochen wird. Das Schnittgut muß also zwingend entfernt werden, um dieses Ziel zu erreichen.

In der Tabelle 1 ist die Veränderung der Phosphat- und Kaliumgehalte im Boden einer ehemals hoch gedüngten Wiese aufgeführt. In zehn Jahren mit Schnittgutentfernung konnte der Phosphatgehalt von 20 auf 6 mg/100 g Boden und der Kaliumgehalt von 11 auf 5 mg/100 g Boden erniedrigt werden. Noch langsamer als die Abnahme der Nährstoffgehalte vollzieht sich eine Änderung in der Zusammensetzung des Pflanzenbestandes.

Tab. 1: Veränderung der Bodennährstoffgehalte nach Aussetzen der Düngung und Abräumen des Aufwuchses auf einer Zweischnittwiese (Schulz, 1984)

Jahr	mg in 100 g Boden	
	P ₂ O ₅	K ₂ O
1974	20	11
1977	9	7
1983	6	5

Eine Vereinfachung des Arteninventars ist bei entsprechender Düngung leicht und schnell erfolgt, eine Vermehrung der Pflanzenarten dagegen gelingt nur langsam und in der Regel auch nur, wenn in der näheren Umgebung Pflanzen wachsen, deren Ausbreitung durch Wind, Tier oder Mensch gefördert wird.

Eine Beschleunigung der Umwandlung oder eine Chance für eine Erhöhung der Artenzahl kann ein vorsichtiges Aufkalken bringen. Kalkreiche Böden sind in der Regel lockerer als saure und deshalb für Anflug und Ansiedlung neuer Pflanzen empfänglicher. Im alkalischen Bereich haben außerdem mehr Arten des Grünflächenbe-

reichs ihr Wachstumsoptimum als in sauren (siehe auch ökologische Kennzahlen). Ein anschauliches Beispiel liefern die artenreichen Halbtrockenrasen auf alkalischem Gestein einerseits und die artenärmeren Borstgrasrasen oder Calluna-Heiden auf sauren Standorten andererseits. Das Aufkalken darf aber nur in kleinen Gaben geschehen, denn durch diese Maßnahme könnte im Boden gebundener Stickstoff pflanzenverfügbar werden, der wiederum mehr die Gräser als den Kräuterwuchs fördert.

Schnittfolge beziehungsweise der Schnittermin sollte dem erwünschten Pflanzenbestand angepaßt werden. Bei Bevorzugung frühblühender Arten ist ein rechtzeitiges Abmähen im Juli/August oder sogar ein zweimaliges Mähen im Jahr möglich. Dies wäre zum Beispiel der Fall in befahrbaren Feuchtflächen mit hohen Anteilen Sumpfdotterblume (*Caltha palustris*), Wiesenschaumkraut (*Cardamine pratensis*), Kuckuckslichtnelke (*Lychnis flos-cuculi*) und Wiesenknöterich (*Polygonum bistorta*). Ist dagegen ein Pflanzenbestand mit spätblühenden Arten erwünscht, kommt ein einmaliger Schnitt zum Ende der Vegetationsperiode in Fage oder ein frühzeitiges Abmähen im vegetativen Stadium der Hauptbestandsbildner und ein folgender sehr später zweiter Schnitt. Diese Möglichkeit käme in Betracht, wenn folgende Pflanzenarten im Bestand vorhanden und erwünscht sind: Rundblättrige Glockenblume (*Campanula rotundifolia*), Wiesenflockenblume (*Centaurea jacea*), Gemeines Ferkelkraut (*Hypochoeris radicata*), Witwenblume (*Knautia arvensis*) und Wiesenrotklee (*Trifolium pratense*).

Zusammenfassend müßten zur Umwandlung von bestehenden bisher intensiv genutzten Dauergrünlandflächen folgende Maßnahmen durchgeführt werden.



Abb. 5: Von den Gräsern eignet sich *Hocus lanatus* gut in Landschaftsrassen

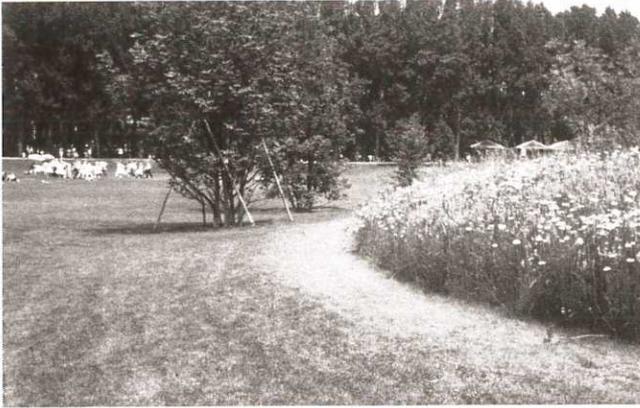


Abb. 6: Scharf abgegrenzter Bereich der strapazierfähigen Rasenfläche (links) von nicht belastbaren Kräuterrasen (rechts)

1. Übergangsphase

Zunächst nach jeder Mahd Schnittgut unbedingt abräumen, Schnittzeitpunkt nach Blüte beziehungsweise Fruchten der zu fördernden Kräuter richten, stark saure Böden leicht aufkalken.

2. Folgemaßnahmen

Jährlich zwei- bis dreimalige Mahd, bei geringem Massenwuchs und gleichmäßiger Verteilung kann das Mähgut eventuell liegenbleiben.

Um bestimmte erwünschte, aber nicht vorhandene Pflanzenarten in einem Bestand zu etablieren, kann eine Nachsaat vorgenommen werden. Sie hat nur Erfolgchancen in lückigen, nicht sehr dichten Beständen. Zur Schaffung besserer Keimbedingungen kann sich dabei das Aufreißen des Bodens mit einem Rechen beziehungsweise auf größeren Flächen mit der Egge oder einem Vertikutiergerät als hilfreich erweisen. Nützlich ist ein kurzer Rasierschnitt kurz vor der Nachsaat zur Wuchsdämpfung des Altbestandes.

Eine weitere Methode zur Erhöhung der Artenvielfalt ist das Einsetzen von Einzelpflanzen oder als Gruppe. Die in Töpfen oder im Garten vorgezogenen Pflanzen sind dem Konkurrenzdruck des Altbestandes besser gewachsen als junge Keimlinge. Bei Zwiebelgewächsen ist es ein übliches Verfahren. Es kann aber auch bei sonst schwer keimenden oder bei den Arten angewandt werden, deren Saatgut teuer und/oder knapp ist. Zum Vorziehen sind z. B. die z. Z. als Samen sehr teuren Arten geeignet von *Arnica montana*, *Centaurea*, *Geranium*, *Knautia*, *Campanula* und andere. Von den Zwiebel- und Knollengewächsen, die zeitweise einen herrlichen Aspekt in den Rasenanlagen bieten und die Blütezeit des Rasens verlängern können, sind z. B. geeignet: *Crocus vernus*, *Colchicum autumnale*, *Galanthus nivalis*, *Leucojum vernum*, *Muscari botryoides*, *Narcissus pseudonarcissus*, *N. poeticus*, *Scilla bifolia* und *S. sibirica*. Krokusse und Herbstzeitlose werden im Spätsommer, alle übrigen Arten im Herbst gepflanzt. Die Pflanztiefe richtet sich nach der Größe der Zwiebeln und Knollen. Sie beträgt etwa das Zweieinhalbfache des Durchmessers. Bei Krokussen und Schneeglöckchen sind das etwa 5 bis 10 cm, bei Märzbecher und Traubenhyazinthe etwa 10 bis 15 cm und bei Narzissen etwa 15 bis 20 cm.

5. Neuanlage

5.1 Vorbedingungen

Voraussetzung zur Ansaat eines Kräuterrasens ist ein gartenmäßiges, feinkrümeliges Saatbett, da sowohl Saatgutgröße als auch Keimfähigkeit und -schnelligkeit insbesondere der Kräuter sehr unterschiedlich sind. Spezielle Sämaschinen ermöglichen eine gleichmäßige

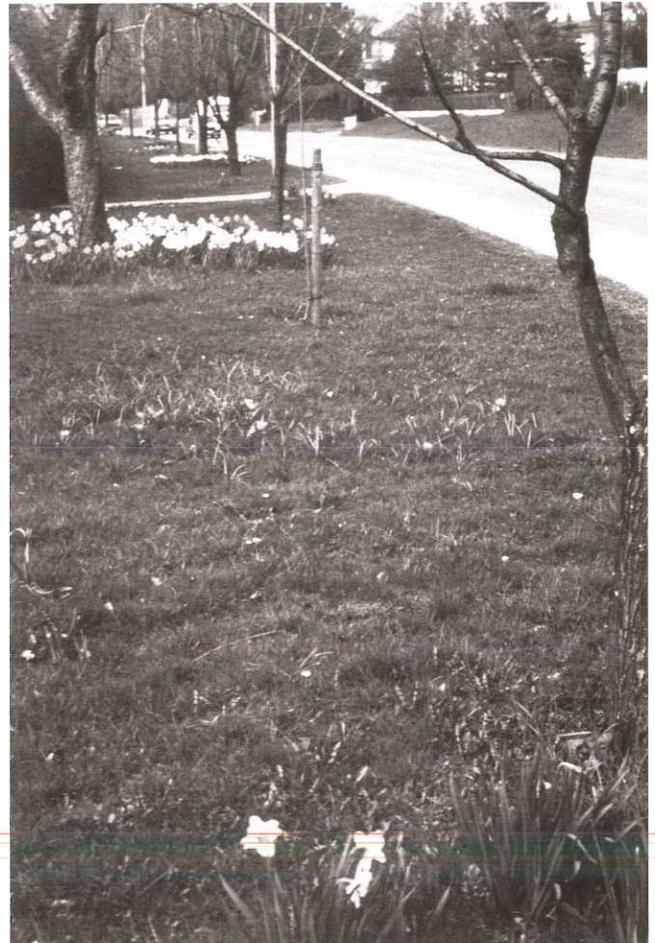


Abb. 7: Zwiebelgewächse eignen sich gut in Gruppen eingesetzt, hier im Straßenbegleitgrün

re Verteilung als von Hand. Um einen besseren Bodenschluß zu erhalten, ist ein Andrücken der oberen Bodenschicht mit einer Walze oder auf kleineren Flächen mit an die Schuhe gebundenen Brettern nützlich. Oft wird vergessen, die Standortbedingungen zu ermitteln. Ein funktionsgerechter Kräuterrasen kann nur bei Berücksichtigung einiger Wachstum und Konkurrenzkraft beeinflussender Faktoren erstellt werden. Von entscheidender Bedeutung können sein: Höhenlage, Exposition, Niederschläge, Temperatur, Boden, pH-Wert, Nährstoffverfügbarkeit.

5.2 Auswahl der Pflanzenarten und -sorten

Infolge bestimmter Standortansprüche kann man einzelne Pflanzenarten als Bioindikatoren heranziehen. Das



Abb. 8: Flächig eingesetzte Narzissen in Kräuterrasen

bekannteste Bewertungschema stammt von ELLENBERG (1979). Er bewertet das ökologische Verhalten der Arten nach einer neunteiligen Skala. Indifferentes Verhalten wurde mit dem Zeichen x ausgedrückt. Es sei betont, daß sich alle Bewertungen auf das ökologische Verhalten der Arten beziehen, d.h. auf ihr Verhalten unter dem im Bestand herrschenden Konkurrenzdruck. Die Zahlen sagen also nichts über die physiologischen Ansprüche der Pflanzen aus.

Am Beispiel der Feuchtezahlen (die Feuchteverhältnisse üben den stärksten Einfluß auf die Zusammensetzung der Pflanzenbestände aus) soll die praktische Nutzanwendung der ökologischen Bewertung demonstriert werden (Tabelle 2). Zusätzlich sind die ökologischen Kennzahlen der im Handel angebotenen (jedoch oft nicht erhältlichen), ansaatwürdigen Kräuter für die Faktoren Bodenreaktion (R) und Stickstoff (N) sowie die Anzahl Samen je g angeführt. Die mit x gekennzeichneten Pflanzenarten können auf Standorten aller Feuchtigkeitsstufen angesät werden. Auf trockenen Flächen sind möglichst Arten mit den F-Zahlen 2 bis 4 zu verwenden, auf feuchten Böden Arten mit den F-Zahlen 7 bis 9. Bei mitt-

leren, frischen Feuchteverhältnissen sind Pflanzenarten mit den Feuchtezahlen 4 bis 7 geeignet. Es ist deutlich zu erkennen, daß für trockene Gebiete eine größere Auswahl besteht.

5.3 Saatgut

Als ein großes Problem bei der Errichtung einer Neuanlage muß der Erwerb von geeignetem Saatgut angesehen werden. Zwar werden von den Samenfirmen sowohl fertige Mischungen als auch einzelne Gräser und Kräuter zum Einsäen angeboten. Leider ist häufig der Hauptanteil weder standortgerecht noch ausdauernd, gehört also nicht in eine Extensivrasenfläche. Eine Ansaat mit derartigen Mischungen kann im ersten Jahr ein farbenfrohes Bild ergeben, aber schon nach dem ersten mitteleuropäischen Winter verschwindet die exotische Blütenpracht. Selbst wenn man willens ist, nur einheimische, ausdauernde Pflanzen anzusäen und eigene Mischungen zusammenzustellen, treten Schwierigkeiten auf. Nur etwa ein Drittel der etwa 100 von den Samenfirmen angebotenen Arten ist wirklich erhältlich. Davon sind einige

Tab. 2: Ansaatwürdige Pflanzenarten

Feuchtezahl	R	N	botanischer Name	deutscher Name	1 g enthalten ... Samen
Gräser					
x	3	3	<i>Agrostis capillaris</i>	Rotes Straußgras	15000
	5	x	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Ruchgras	1500
	x	2	<i>Briza media</i>	Zittergras	1500
	2	3	<i>Deschampsia flexuosa</i>	Drahtschmiele	3000
	3	2	<i>Festuca rubra commutata</i>	Horstrotschwingel	1000
	x	x	<i>Festuca rubra rubra</i>	Ausläuferrotschwingel	900
2	6	2	<i>Festuca duriuscula</i>	Harter Schwingel	2000
	9	2	<i>Poa compressa</i>	Platthalmrисpe	4000
3	8	3	<i>Bromus erectus</i>	Aufrechte Trespe	220
	3	2	<i>Corynephorus canescens</i>	Silbergras	10000
	3	2	<i>Festuca ovina</i>	Schafschwingel	2000
	7	2	<i>Koeleria glauca</i>	Meergrüne Kammschmiele	1000
4	7	4	<i>Brachypodium pinnatum</i>	Fiederzwenke	800
	5	4	<i>Festuca heterophylla</i>	Verschiedenblättriger Schwingel	2000
	2	2	<i>Festuca ovina tenuifolia</i>	Haarschwingel	2000
	7	2	<i>Koeleria pyramidata</i>	Pyramiden-Kammschmiele	1800
5	7	7	<i>Arrhenatherum elatius</i>	Glatthafer	350
	x	4	<i>Cynosurus cristatus</i>	Kammgras	1700
	x	6	<i>Dactylis glomerata</i>	Knaulgras	1200
	2	3	<i>Holcus mollis</i>	Weiches Honiggras	2000
	x	7	<i>Lolium perenne</i>	Deutsches Weidelgras	500
	x	6	<i>Phleum pratense</i>	Wiesenlieschgras	2000
	x	x	<i>Poa pratensis</i>	Wiesenrispe	3300
6	x	5	<i>Agrostis stolonifera</i>	Flechtstraußgras	17000
	x	6	<i>Festuca pratensis</i>	Wiesenschwingel	400
	x	4	<i>Holcus lanatus</i>	Wolliges Honiggras	2500
	x	8	<i>Poa annua</i>	Jährige Rispe	4000
7	x	3	<i>Deschampsia caespitosa</i>	Rasenschmiele	4000
	7	4	<i>Festuca arundinacea</i>	Rohrschwingel	400
	x	2	<i>Molinia caerulea</i>	Pfeifengras	2000
	x	7	<i>Poa trivialis</i>	Gemeine Rispe	4500
8	7	6	<i>Agrostis gigantea</i>	Fioringras	11000
	7	7	<i>Phalaris arundinacea</i>	Rohrglanzgras	1200
9	3	2	<i>Agrostis canina</i>	Hundsstraußgras	17000

Feuchte- zahl	R	N	botanischer Name	deutscher Name	1 g enthalten ... Samen
Leguminosen					
x	7	3	Ononis spinosa	Hauhechel	170
	x	7	Trifolium repens	Weißklee	1700
3	8	3	Anthyllis vulneraria	Wundklee	350
	8	3	Onobrychis viciifolia	Espарsette	50
4	9	3	Coronilla varia	Bunte Kronwicke	300
	7	3	Lotus corniculatus	Hornklee	800
	8	x	Medicago lupulina	Gelbklee	700
5	5	4	Trifolium dubium	Kleiner Klee	1500
6	7	6	Lathyrus pratensis	Wiesenplatterbse	20
8	4	4	Lotus uliginosus	Sumpfhornklee	1700
Sonstige Kräuter					
x	x	5	Bellis perennis	Gänseblümchen	10000
	9	3	Bupthalmum salicifolium	Ochsensenaue	1000
	1	1	Calluna vulgaris	Heidekraut	60000
	x	x	Centaurea jacea	Flockenblume	300
	x	x	Plantago lanceolata	Spitzwegerich	850
	4	x	Prunella vulgaris	Kleine Braunelle	1400
	x	x	Ranunculus acris	Scharfer Hahnenfuß	650
	x	5	Rumex acetosa	Sauerampfer	1000
2	6	2	Anemone pulsatilla	Gewöhnliche Küchenschelle	300
	5	1	Thymus serpyllum	Sandthymian	7500
3	8	3	Centaurea scabiosa	Skabiosenflockenblume	200
	7	2	Dianthus carthusianorum	Karthäusernelke	600
	8	3	Geranium sanguineum	Blutstorchenschnabel	100
	7	1	Helianthemum nummularium	Gemeines Sonnenröschen	1000
	7	3	Linaria vulgaris	Gewöhnliches Leinkraut	4000
	x	3	Origanum vulgare	Dost	8000
	x	2	Pimpinella saxifraga	Steinbrech-Bibernelle	3000
	8	3	Prunella grandiflora	Große Braunelle	800
	8	2	Sanguisorba minor	Kleiner Wiesenknopf	150
4	x	5	Achillea millefolium	Schafgarbe	7000
	8	4	Agrimonia eupatoria	Odermennig	50
	7	4	Aquilegia vulgaris	Akelei	800
	5	3	Armeria maritima	Grasnelke	700
	x	8	Artemisia absinthium	Wermut	8000
	9	3	Aster amellus	Bergaster	500
	7	x	Campanula glomerata	Knäuelglockenblume	9000
	8	3	Campanula persicifolia	Persische Glockenblume	15000
	x	2	Campanula rotundifolia	Rundblättrige Glockenblume	15000
	8	5	Cichorium intybus	Wegwarte	800
	x	4	Daucus carota	Wilde Möhre	1000
	3	2	Dianthus deltoides	Heidenelke	4500
	7	5	Galium verum	Echtes Labkraut	1900
	x	x	Hypericum perforatum	Tüpfel-Hartheu	9000
	x	3	Knautia arvensis	Witwenblume	200
	x	3	Leucanthemum vulgare	Wucherblume	2500
	8	5	Pastinaca sativa	Pastinak	300
	8	3	Plantago media	Mittlerer Wegerich	3000
	8	3	Primula veris	Arznei-Schlüsselblume	1200
	8	4	Salvia pratensis	Wiesensalbei	800
	7	5	Tragopogon pratensis	Wiesenbocksbart	150
5	3	2	Arnica montana	Arnika	800
	8	8	Campanula trachelium	Nesselblättrige Glockenblume	5000
	x	6	Carum carvi	Kümmel	400
	6	6	Centaurea montana	Bergflockenblume	150
	6	x	Centaurea erythraea	Echtes Tausendgüldenkraut	200000
	x	x	Galium mollugo	Wiesenlabkraut	1800
	8	7	Geranium pratense	Wiesenstorchenschnabel	200
	x	8	Heracleum sphondylium	Bärenklau	70
	4	2	Hieracium aurantiacum	Orangerotes Habichtskraut	6000
	x	6	Myosotis arvensis	Ackervergißmeinnicht	1200
	x	x	Rumex acetosella	Kleiner Sauerampfer	4000

Feuchtezahl	R	N	botanischer Name	deutscher Name	1 g enthalten ... Samen
	7	5	Saponaria officinalis	Gewöhnliches Seifenkraut	600
	x	7	Taraxacum officinale	Löwenzahn	1500
6	x	6	Alchemilla vulgaris	Frauenmantel	2600
	x	8	Artemisia vulgaris	Gewöhnlicher Beifuß	8000
	8	5	Astrantia major	Sterndolde	300
	x	x	Lychnis flos cuculi	Kuckuckslichtnelke	7000
	7	7	Primula elatior	Große Schlüsselblume	1200
7	x	x	Cardamine pratensis	Wiesenschaumkraut	2000
	5	5	Polygonum bistorta	Wiesenknöterich	300
	x	x	Ranunculus repens	Kriechender Hahnenfuß	1000
	x	3	Sanguisorba officinalis	Großer Wiesenknopf	800
	7	6	Trollius europaeus	Trollblume	1000
8	4	2	Achillea ptarmica	Sumpfscharfgarbe	3600
	x	x	Caltha palustris	Sumpfdotterblume	3600
	8	2	Dianthus superbus	Prachtnelke	600
	x	4	Filipendula ulmaria	Mädesüß	1200
	x	x	Lysimachia vulgaris	Gilbweiderich	4000
	7	x	Lythrum salicaria	Blutweiderich	20000
	5	7	Ranunculus aconitifolius	Eisenhut-Hahnenfuß	600
9	x	9	Angelica archangelica	Engelwurz	300

Die Zahlen zwischen 1 und 9 sind entsprechende Zwischenwerte
 F 1 = Starktrockniszeiger
 F 9 = Nässezeiger
 R 1 = Starksäurezeiger

R 9 = Kalkzeiger
 N 1 = stickstoffärmste Standorte anzeigend
 N 9 = an übermäßig N-reichen Standorten konzentriert
 x = indifferent gegenüber dem angegebenen Faktor

so teuer, daß ein Kauf sehr überlegt sein will. In der letzten Zeit hat sich allerdings der Saatgutmarkt etwas gebessert. Die Preise sind jedoch gemäß dem Angebot weiterhin stark schwankend.

Von den angebotenen und geeigneten Arten ist wiederum ein Teil in anderen Klimaregionen vermehrt worden. Oft läßt die Keimfähigkeit sehr zu wünschen übrig. Für die Kräuter gelten nicht die in der Landwirtschaft üblichen strengen Vorschriften. Deshalb ist es möglich, daß unseriöse Händler altes, überlagertes, schlecht keimfähiges Saatgut anbieten.

Erschwerend kommt hinzu, daß die Prüfung der Keimfähigkeit alleine noch keine Gewähr für gutes Saatgut bietet. Manche Arten keimen bei der herkömmlichen Prüfung im Labor gut, versagen aber unter Freilandbedingungen. Andere wiederum keimen im Labor schlecht, und dann auch nur unter ganz bestimmten, noch nicht in jedem Fall bekannten Voraussetzungen, bei Bodenkontakt dagegen sehr gut. Deshalb wird für das Kräuterrasen-Saatgut keine Mindestkeimfähigkeit angegeben. Wildpflanzen sind vielfach hartschalig. Diese Eigenschaft unterstützt in der Natur die Erhaltung der Art, da die Samen, ohne zu keimen, jahrelang ruhen können. Die meisten Kräuter sind 50 bis 60 Jahre keimfähig, unsere Kulturgräser dagegen in der Regel nur einige wenige Jahre.

Günstig auf das Keimverhalten wirken wechselnde Feuchtigkeit und Temperatur. Zwar liegt das Optimum etwa zwischen 15 und 30°C, jedoch benötigen Kaltkeimer bis -5°C, wie Küchenschelle (Pulsatilla), Enzian (Gentiana), Steinbrech (Saxifraga), Schwertlilie (Iris), Hahnenfuß (Ranunculus), Engelwurz (Angelica). Zum Beispiel keimt die Sumpfdotterblume (Caltha palustis) am besten, wenn sie 2 bis 4 Wochen bei 22°C und danach 4 bis 6 Wochen bei 0 bis -5°C gehalten wird.

Einen weiteren Einfluß auf das Keimverhalten kann das Licht haben. Viele landwirtschaftliche Sämereien keimen bei Dunkelheit und Licht gleich gut. Lichtkeimer sind Gras, Doldenblütler, Baldrian (Valeriana), Ehren-

preis (Veronica) und Blutweiderich (Lythrum). Zu den Dunkelkeimern gehört Büschelschön (Phacelia).

Ansaatmenge und Mischungsanteile üben einen wesentlichen Einfluß auf die spätere Zusammensetzung des Rasens aus. In den angebotenen Fertigmischungen ist der Anteil der Gräser und vielfach auch der Leguminosen sehr hoch. Dagegen ist die Kräutermenge gering gehalten. Die Zurückhaltung der Händler in bezug auf den Kräuteranteil ist verständlich, denn sie verteuern die Mischung erheblich. Andererseits ist die Verdrängungskraft der angesäten Gräser und Leguminosen häufig so hoch, daß bei geringem Anteil an Kräutern diese kaum eine Chance haben, im Bestand als Jungpflanzen aufzuwachsen zu können.

Eine Gegenüberstellung soll verdeutlichen, wie viele Früchte beziehungsweise Samen pro Flächeneinheit an Gräsern, Leguminosen und sonstigen Kräutern in üblichen Mischungen und nach einem Vorschlag ausgebracht werden (Tabelle 3). Die übliche Saatmenge von 20 g/m² ist auf 5,2 g/m² reduziert worden, in erster Linie auf Kosten der Gräser, aber auch der Leguminosen. Fast alle bisherigen Ansaaten haben gezeigt, daß der Gras- und vielfach auch der Leguminosenanteil zu hoch war. In derartigen Beständen haben die in der Regel konkur-

Tab. 3: Anteil der Artengruppen in zwei verschiedenen Mischungen

Arten- gruppe	Mischung					
	übliche			Vorschlag		
	Samen bzw. Früchte			Samen bzw. Früchte		
	Anzahl			Anzahl		
	g/m ²	m ²	dm ²	g/m ²	m ²	dm ²
Gräser	17,4	40000	400	3,0	7000	70
Leguminosen	0,6	350	4	0,2	200	1
sonst. Kräuter	2,0	2000	20	2,0	2000	20
Summe	20,0	42350	424	5,2	9100	91

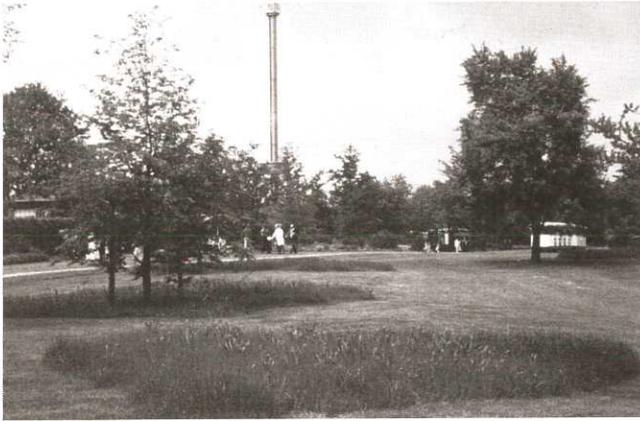


Abb. 9: Mit Zwiebelgewächsen bestandene Rasenflächen werden weniger häufig gemäht (Bundesgartenschau Düsseldorf)

renzschwächeren Kräuter keine Aussicht, über das Keim- oder Jungpflanzenstadium hinauszukommen. Berücksichtigt man weiterhin, daß ein Teil der Kräuter in den üblichen Mischungen wenig geeignet ist, so wird der grasbetonte Anteil noch auffälliger. Das vielfach angebotene Mischungsverhältnis Gras zu Leguminosen zu sonstigen Kräutern sollte deutlich verengt werden. Im Beispiel der Tabelle 3 ist es von 100:1:5 auf 100:1:29 verändert worden.

Bei Berücksichtigung eines hohen Kräuteranteils in der Mischung können allerdings die Saatgutkosten sehr hoch ausfallen. Deshalb sollte man ohne größere Nachteile auf einige teure Samen verzichten oder ihren Anteil in der Mischung zugunsten billigeren Saatgutes stark einschränken. Im Folgenden sind beispielhaft die ungefähren Saatgutkosten von einigen zur Zeit im Handel angebotenen Kräutern für 100 m² angeführt. Als Grundlage dient die empfohlene Einsaat von 20 verschiedenen Kräutern mit je 100 Samen beziehungsweise Früchten je m².

Die Kosten für eine Krautart von weit unter 1 DM/100 m² sind auf jeden Fall vertretbar. In diese Preisklasse gehören z.B. *Achillea millefolium*, *Hypericum perforatum*, *Leucanthemum vulgare*, *Plantago lanceolata* und *Daucus carota*. Etwa bei 1 DM für 100 m² liegt schon der Preis für *Pastinaca sativa*, *Dianthus superbus* oder *Salvia pratensis*. Die Kräuterarten, deren Saatgutkosten etwa bei 10 DM/100 m² liegen, sollten nur in Einzelfällen ergänzend zur Ansaat genommen werden. Dazu gehören *Agrimonia eupatoria*, *Arnica montana*, *Centaurea montana*, *C. scabiosa*, *Geranium pratense* und *Knautia arvensis*. Für das zuletzt angeführte teure Saatgut könnte ein anderes Verfahren angewendet werden, das allerdings etwas arbeitsaufwendig ist. Die für den jeweiligen Standort geeigneten Kräuter können aus Kostengründen in kleineren Mengen gartenmäßig oder im Gewächshaus in Töpfen angesät und später ebenso wie Zwiebelgewächse in eine neueingesäte Rasenfläche eingepflanzt werden. Somit hat man zumindest die Jungpflanzen ohne Konkurrenzdruck aufgezogen, und sie sind eher dem Wettbewerb im aufwachsenden Bestand gewachsen.

5.4 Aussaat

Als Aussaatzeit kommt die gesamte Vegetationsperiode in Frage. Es kann sogar im späten Herbst oder zeitigen Frühjahr gesät werden, wenn Kältegrade zu erwarten sind, so daß die erwünschte Wechseltemperatur einwirken kann. Zu überlegen wäre eine geteilte Ansaat, nämlich zunächst die Kräuter und etwa 14 Tage später eine Übersaat der meist schneller keimenden und konkur-

Tab. 4: Deckungsgrad % nach 1 Versuchsjahr (Schulz 1987, verändert)

	Ansaat			
	gemeinsam		14 Tg Unterschied	
	Gras	Kraut	Gras	Kraut
Schafgarbe	54	29	12	61
Knäul-Glockenblume	60	+	26	9
Kümmel	36	53	4	78
Wilde Möhre	36	49	6	66
Heidenelke	60	2	13	54
Wiesenmargerite	33	56	1	74
Pastinak	31	61	4	83
Spitzwegerich	40	49	4	50
Wiesensalbei	56	19	20	58
Kl. Wiesenknopf	25	75	+	84

+ bedeutet in Spuren, unter 1 %

renzstärkeren Gräser. In diesem Falle sollte aber die Saatmenge der Gräser etwa auf das Doppelte der sonst üblichen Menge erhöht werden.

In Tabelle 4 sind einjährige Versuchsergebnisse mit gemeinsamer und getrennter Ansaat aufgeführt. Jedes ausgewählte Kraut wurde einmal zusammen mit Ruchgras und einmal 14 Tage vor Ruchgras ausgesät. Die bei der gemeinsamen Ansaat nur mit sehr geringen Deckungsgraden vertretenen Knäul-Glockenblume, Heidenelke und Wiesensalbei konnten ihren Anteil bei vorgezogener Ansaat vervielfachen. Bei Spitzwegerich waren keine Unterschiede feststellbar. Dagegen ist der Grasanteil bei späterer Ansaat erheblich verringert worden.

5.5 Pflege

Besonders bei ungünstigen Keimbedingungen für die angesäten Gräser und Kräuter werden sich besser angepaßte, einjährige oder sich vegetativ vermehrende Pflanzenarten ausbreiten. Deshalb sollte die Fläche einige Wochen nach der Ansaat abgemäht werden. Die Schnitthöhe richtet sich nach der Entwicklung der angesäten Arten. Sie dürfen keine Wachstumshemmung erfahren. Bei Bedarf muß dieser Arbeitsvorgang wiederholt werden, um den erwünschten Arten einen Konkurrenzvorteil zu verschaffen.

In den Folgejahren genügt ein ein-, zwei- oder in besonderen Fällen ein mehrfacher Schnitt auf eine Höhe von etwa 8 cm. Das Mähgut sollte anschließend abtransportiert werden. Auf nährstoffarmen Flächen mit lockeren Beständen genügt in der Regel ein Mulchschnitt im Herbst.

Zusammenfassung

Kräuterrasen sind extensiv gepflegte kräutereiche Landschaftsrassen sowie nicht stark strapazierte Gebrauchsrasen. Ihr Anteil nimmt zur Zeit ständig zu. Wesentliche Funktionen eines Kräuterrassens sind ökologische Vielfalt, Erosionsschutz, Umweltschutz, ästhetischer Anblick, geringer Pflegeaufwand.

Geeignet sind alle Standorte, am besten jedoch frische bis trockene, nährstoffarme, kalkhaltige.

Zwei Wege können zur Erstellung von Kräuterrasen führen:

1. Umwandlung von alten Dauergrünland- oder Rasenbeständen
2. Neuansaat.

Bei der Umwandlung müssen alle Bewirtschaftungs- und Nutzungsmaßnahmen auf eine Verarmung des Bodens an Nährstoffen, besonders an Stickstoff und Kalium hinauslaufen: nicht düngen, Abtransport des Mähgutes. Unterstützende Maßnahmen sind in besonderen

Fällen: saure Böden vorsichtig aufkalken, Nachsaat geeigneter Arten, Einsetzen von vorgezogenen Pflanzen. Bei Neuanlage sind die Standortansprüche zu beachten. An Hand ökologischer Kennzahlen für die am stärksten wirkenden Faktoren Wasser, Bodenreaktion und Stickstoff können die für den jeweiligen Standort geeigneten Pflanzenarten ausgewählt werden. Saatgut für Kräuterrasen ist teilweise schwierig beschaffbar. Grundsätzlich sollten nur heimische, ausdauernde Pflanzenarten angesät werden. Die Keimfähigkeit ist verschieden, aber meistens sehr niedrig.

Bisher übliche Mischungen enthalten einen sehr hohen Gras- und Leguminosenanteil, der stark herabgesetzt werden sollte. Damit Saatgutkosten nicht zu hoch ausfallen, kann auf teure Samen verzichtet oder in Töpfen vorgezogen und später eingepflanzt werden.

Eine Aussaat ist vom zeitigen Frühjahr bis späten Herbst möglich. Wechseltemperaturen fördern die Keimung. Geteilte Aussaat, erst Kräuter, 14 Tage später

Gräser, fördert die Konkurrenzfähigkeit der ersteren. Feinsämereien möglichst flach in den Boden bringen und andrücken. Reinigungsschnitte dämpfen den Aufwuchs unerwünschter Pflanzen. In den Folgejahren genügt ein ein- bis zweimaliger Schnitt mit Abräumen des Mähgutes, der sich nach der Pflanzenbestandszusammensetzung richtet.

Verfasser: Dr. H. Schulz, Universität Hohenheim, Institut f. Pflanzenbau 340, Postfach 700562, 7000 Stuttgart 70

Literatur

ELLENBERG, H., 1979: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica, Vol. 9, 2. Aufl., Verlag Erich Goltze K.G., Göttingen, 122 S.

SCHMIDT, H., 1986: Möglichkeiten funktionsgerechterer und naturnäherer Anlage und Pflege von Grünflächen. Das Gartenamt, 35, S. 728—734

SCHULZ, H., 1984: Anlage von Blumenwiesen, Laufener Seminarbeiträge, 6, S. 45—60

SCHULZ, H., 1987: Prüfungen einiger für Kräuterrasen geeigneter Pflanzenarten. Rasen-Turf-Gazon 18/2, S. 50—54

Zur Problematik der Skipistenbegrünung

Th. Schauer, München

Zusammenfassung

Die mit der Anlage von Skipisten in den Alpen verbundenen umfangreichen Erdbewegungen und Planierarbeiten greifen erheblich in das Landschaftsbild und den Naturhaushalt ein. Durch die Wiederbegrünung dieser Flächen sind wichtige Aufgaben wie Schutz des Bodens, Stabilisierung der Bodenverhältnisse und ausgleichende Wirkung auf das Abflußgeschehen im Einzugsgebiet nicht mehr gewährleistet.

- Die Umwandlung naturnaher Rasengesellschaften in künstliche Rasenansaat erhöht den Oberflächenabfluß in der Regel um mindestens 50 %.
- Die mit der Unterhaltung und Pflege der Ansaaten verbundene regelmäßige Düngung führt zwangsläufig zur Entrophierung dieser Standorte und zur Belastung des Wassers im Quell- und Einzugsgebiet vieler Bäche und Flüsse.
- Die aus der Sicht des Arten- und Biotopschutzes geforderte Wiederherstellung naturnaher Pflanzengesellschaften mit autochthonen Arten kann auf Skipistenplanien in absehbarer Zeit nicht erreicht werden.
- Um die derzeitige Situation im Alpenraum nicht noch zu verschärfen, können Ausbau oder Neuanlagen von Skiabfahrten nur noch in Ausnahmefällen durchgeführt werden. Die allmähliche Sanierung der schon bestehenden Abfahrten muß Priorität haben.

The problem encountered in connection with the establishment of turf on skiing slopes

Summary

The considerable movements of soil and the work in connection with planification measures when skiing slopes are constructed in the Alps greatly change the landscape and the household of nature. By reestablishing a green cover in these areas, important factors, such as soil protection, stabilization of soil conditions and balancing effect on the discharge of water in the areas concerned are no longer guaranteed.

- When turning nature-close turf populations into artificial turfs the surface discharge of water generally increases by 50 per cent.
- The continuous application of fertilizer in connection with the maintenance and care of the newly sown turf leads to an eutrophication of these sites and to more dirt in the water of many brooks and rivers in the area concerned.
- The restoration of nature-close plant societies with autochthonous species as required from the point of view of the protection of species and biotope cannot be realized on skiing slopes in the near future.
- In order not to increase the severity of the present situation in the Alps, extension or new construction of skiing slopes can only be carried out as an exception. The gradual improvement of existing slopes must be given priority.

Le problème du reverdissement des pistes de ski

Résumé

Les travaux d'aplanissement et de remaniement des terrains qui sont liés dans les Alpes à l'aménagement des pistes de ski portent considérablement atteinte au paysage et à l'équilibre de la nature. Des fonctions importantes telles que la protection et la stabilisation du sol, ainsi que l'effet régularisant sur l'écoulement des eaux dans le bassin versant ne sont plus garanties par le reverdissement de ces surfaces.

- La transformation d'associations gazonnantes naturelles en peuplements artificiels semés augmente le ruissellement des eaux superficielles en général d'au moins 50 %.
- L'application répétée de fertilisants liée à l'entretien des semis amène obligatoirement à l'eutrophisation des ces terrains et à la pollution des eaux dans les zones d'alimentation et dans les bassins versants de beaucoup de petites et grandes rivières.
- La reconstitution d'associations végétales proches des associations naturelles avec des espèces autochtones — comme il est requis du point de vue de la protection des espèces et des biotopes —, ne peut être réalisé dans un proche avenir sur les pistes de ski.
- Afin de ne pas plus aggraver la situation actuelle dans les régions alpines, l'agrandissement ou l'installation de nouvelles descentes de ski ne devront se limiter qu'à des cas exceptionnels. L'assainissement progressif des descentes et pistes de ski existantes doit être réalisé en priorité.

Situation

Die Anlage einer Skipiste in den Alpen, die den Anforderungen des Massentourismus gerecht werden will, erfordert meistens umfangreiche Erdbewegungen und Planierarbeiten, die in das Landschaftsbild und den Natur-

haushalt eingreifen (Bosshard, 1982). Ziel ist es, mehr oder weniger ausgeglichene Hänge von genügender Breite und ausgewogenen Gefälleverhältnissen zu schaffen.

Unterhalb der Wald- und Baumgrenze sind häufig noch größere Rodungen durchzuführen. Insgesamt erfahren



Abb. 1: In einer naturnahen Gebirgslandschaft wechseln sich artenreiche Rasen-, Zwergstrauch- und Waldgesellschaften ab. Sie bilden Lebensräume für eine vielfältige Pflanzen- und Tierwelt.



Abb. 2: Eine touristische Erschließung beeinträchtigt nicht nur das Landschaftsbild, sondern verändert auch die gesamte standörtliche Situation der Pflanzen- und Tierwelt.

die Alpen durch diese Erschließungsmaßnahmen vor allem in den letzten zwei bis drei Jahrzehnten einen starken Wandel, der zu einer Gefährdung der alpinen Landschaft führt (Weiss, 1987).

Viele Teile der Alpenlandschaft befanden sich vor einer Erschließung für den Skibetrieb in einem noch relativ naturnahen Zustand. Unter der Waldgrenze wechseln sich Bergwälder und blumenreiche Almwiesen unterschiedlicher Artenzusammensetzung ab; oberhalb der Baumgrenze herrscht ein buntes Mosaik zahlreicher Gesellschaften der Rasen- und Mattenvegetation. Im Übergangsbereich nehmen Latschenfelder und Zwergstrauchheiden einen großen Raum ein. All diese standortspezifischen Vegetationseinheiten und Pflanzengesellschaften, von denen nur die Blaugrashorstseggenrasen und die Polsterseggenrasen auf Kalk oder die Krummseggenrasen auf kristallinem Gestein genannt seien, zeichnen sich jeweils durch ein charakteristisches Spektrum zahlreicher Arten und Sippen aus. Das Arteninventar der Vegetation eines einzelnen Gebirgsstockes vom Tal bis zu den Gipfellagen ist bereits sehr hoch. Noch viel höher ist die Artenvielfalt größerer Alpengebiete mit unterschiedlichen geologischen Einheiten.

Die Wirkungen der Eingriffe nehmen mit dem Umfang der Erdbewegungen und Planierarbeiten sowie sonstiger Erschließungsmaßnahmen zu. Vielfach erfolgen Eingriffe und Veränderungen in der Landschaft in einzelnen, zeitlich begrenzten Etappen, so daß das Ausmaß der gesamten Veränderungen über einen größeren Zeitraum nicht mehr gedanklich nachvollziehbar ist. Der Gewöhnungsprozeß an die neue Situation und das schwindende Erinnerungsvermögen an den früheren Zustand erklären eine kritiklose Duldung und Zustimmung zu manchen weiteren Ausbaumaßnahmen.

Dietmann (1985) hat in seiner Untersuchung am Fellhorn im Allgäu die Veränderungsphasen, die im Zuge der Skipistenerschließungen innerhalb eines Zeitraumes von fast 30 Jahren eingetreten sind, anschaulich dargestellt.

Die Anlage von Skiabfahrten bedeutet also einen großen Eingriff in

- das Landschaftsbild;

- die bestehenden Lebensgemeinschaften der Pflanzen- und Tierwelt;
- die Bodenverhältnisse und den Wasserhaushalt, zunächst der von der Baumaßnahme unmittelbar betroffenen Flächen und schließlich des gesamten Einzugsgebietes.

Nach Beendigung eines Bauabschnittes erfolgt heute auf den planierten Flächen eine Begrünung, die meistens mittels einer Rasenansaat durchgeführt wird. Die Begrünung der Skiabfahrten und sonstiger vegetationsloser Flächen hat schwerpunktmäßig folgende Aufgaben:

1. Wiederherstellung eines ästhetischen Landschaftsbildes;
2. Wiederherstellung einer möglichst geschlossenen Vegetationsdecke zum Schutz des Bodens vor Witterungseinflüssen, vor allem vor Niederschlägen, die zu Bodenabträgen, also zur Erosion führen;
3. Wiederherstellung naturnaher, artenreicher Pflanzengesellschaften, die auch die Ansiedlung einer entsprechenden Fauna ermöglichen;
4. Stabilisierung der Bodenverhältnisse und des Wasserhaushaltes.

Erfüllungsgrad der Aufgaben einer Begrünung

Dieser Aufgabenkatalog soll anhand einiger Beispiele, die sich im wesentlichen auf Untersuchungen im bayerischen Alpenraum beziehen, die Situation näher beleuchten und die Ergebnisse von Begrünungen einer kritischen Prüfung unterziehen. Die Fragen bestehen also darin: Inwieweit sind die gestellten Aufgaben und Ziele einer Pistenbegrünung erreichbar?

Wiederherstellung eines ästhetischen Landschaftsbildes

Die Frage, inwieweit sich ein ästhetisches Landschaftsbild durch Begrünungsmaßnahmen wiederherstellen läßt, soll nur kurz behandelt werden. Dieser Punkt berührt den optischen Aspekt. Dieser wiederum unterliegt den Ansprüchen und Vorstellungen des einzelnen über das Erscheinungsbild einer ästhetischen Landschaft und weist eine große Streubreite auf. Zunächst hat die Begrünung nach Abschluß der Bauarbeiten die visuelle

Beseitigung des Baustellenzustandes zum Ziel. Für eine oberflächliche Betrachtung gelingt dies meistens. Selbst eine stark lückige Rasendecke vermag von weitem den Eindruck einer grünen Wiese zu erwecken. Damit werden wenigstens die scharfen Konturen der Eingriffsflächen abgeschwächt.

Wiederherstellung einer geschlossenen Vegetationsdecke

Das Erreichen einer mehr oder weniger geschlossenen Vegetationsdecke wird im allgemeinen als Kriterium einer erfolgreichen Begrünung bewertet, weil damit wenigstens die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes abgeschwächt ist. Zusätzlich erhofft man sich auch noch Schutz des Bodens vor Witterungseinflüssen. Intensive Besonnung des vegetationslosen Bodens führt zu Austrocknung, vermehrtem Humusabbau und Humuschwund. Wind und Niederschläge beschleunigen Erosionsvorgänge, insbesondere bei Böden mit hohem Feinkornanteil.

Die Standorte der Pistenplanien weisen meist Rohbodencharakter auf. Die Schwierigkeiten in der erfolgreichen Rasenansaat sind somit vorgegeben. Höhenmäßig bedingte, klimatische Hindernisse wie kurze Vegetationszeit, geringe sommerliche Temperaturen und winterliche Fröste kommen hinzu. Zwar bemüht man sich, diese Ungunst der Standortbedingungen durch Pflegemaßnahmen wie Düngung oder Mulchen zu kompensieren, aber das erhoffte Ergebnis bleibt vielfach aus. Diese Starthilfen bringen meistens nur einen anfänglichen Erfolg, indem die Vegetationsdecke in den ersten Jahren noch relativ dichten Schluß erlangt. Bald aber bleiben viele Arten aus. Der Anteil an vegetationslosen Flächen nimmt zu, oder anspruchslose Moose besetzen den Platz der ausgefallenen Gräser und Kräuter, ohne jedoch deren Schutzfunktion voll zu übernehmen. Diese Zunahme des Moosanteils ist z. B. in den Untersuchungen von Spatz (1985) deutlich erkennbar.

Wie vegetationskundliche Untersuchungen im bayerischen Alpenraum zeigen, nimmt der Deckungsgrad auf begrünenden Skipisten generell mit der Meereshöhe der Standorte ab (Schauer, 1981). Diese Ergebnisse werden

Abb. 3: Auf Flächen mit tiefgründiger Verwitterung, so auf Flysch, Lias-Fleckenmergel oder Allgäu-Schichten wird die Stabilität der Böden durch Eingriffe in die natürliche Vegetation stark geschwächt.



anhand ausführlicher Untersuchungen von Mosimann (1982) auch für die Schweizer Verhältnisse bestätigt. Neben den standortbedingten Schwierigkeiten einer erfolgreichen Ansaat kommen noch zusätzliche, nutzungsbedingte Einflüsse hinzu. Pistenbetrieb bereits im ersten Winter, Trittschäden durch Bergwanderer sowie Belastungen durch Weidevieh und Wildbestände erschweren den Begrünungserfolg (Grabherr, 1982). Bei dieser breiten Palette ungünstiger Wuchsbedingungen darf auch nicht das Ausgangsmaterial der Ansaat, nämlich die Artenzusammensetzung und Herkunft des Samenmaterials, außer acht gelassen werden. Fast sämtliche im Handel erhältliche und bei flächigen Sanierungsarbeiten verwendeten Samenmischungen enthalten Arten und Rassen, deren Samen nicht aus Hochlagen stammen (Spatz, 1985). An die Extremstandorte der Hochlagen angepaßte Zuchtrassen fehlen. Mitunter werden sogar Samen fremdländischer Rassen und Sippen verwendet. Gerade Sammelarten wie Rot-Schwengel (*Festuca rubra*), Schaf-Schwengel (*Festuca ovina*), Wundklee (*Anthyllis vulneraria*), Schafgarbe (*Achillea millefolium*) sind in zahlreiche geographische Sippen aufgespalten. Die Einbürgerung standortfremder Sippen wird zur Regel.

Wiederherstellung artenreicher Pflanzengesellschaften

Naturnahe Rasengesellschaften der Hochlagen im Gebirge sind das Ergebnis jahrhundertelanger Vegetationsentwicklung, die weitgehend von der Bodenentwicklung und der Bodenreife abhängig ist. Kaum verwunderlich ist es daher, daß auf den durch den Pistenbau und sonstige Erschließungsmaßnahmen entstandenen Rohböden mittels einer Rasensaat innerhalb eines kurzen Zeitraumes von wenigen Jahren keine naturnahen, geschlossenen Rasengesellschaften erzielt werden können (Spatz, 1987). Vielmehr entsteht in der Ansaat ein lückiges Gemisch aus eingebrachten Arten, von denen einige wenige dominant auftreten, und aus einigen spontan hinzukommenden Pflanzen, die sich innerhalb der Lücken ansiedeln.

Von den angesäten Arten gelangen hauptsächlich folgende zur Dominanz: Wehrlose Trespe (*Bromus inermis*), Knauelgras (*Dactylis glomerata*), Italienisches und Englisches Raygras (*Lolium multiflorum* und *L. perenne*),

Abb. 4: Planierarbeiten schaffen für die winterliche Pistenpflege und für den Skibetrieb günstige Voraussetzungen. Genau das Gegenteil bewirken sie für die Wiederbegrünung. Auf Rohböden läßt sich meist nur eine lückige Vegetation mit geringer Schutzfunktion erzielen.



gelblume (*Globularia cordifolia*), Alpen-Frauenmantel (*Alchemilla alpina*), Lebendgebärender Knöterich (*Polygonum viviparum*) und Blaugras (*Sesleria varia*).

Stabilisierung der Bodenverhältnisse und des Wasserhaushaltes

Die Ausbildung der Vegetation hat einen entscheidenden Einfluß auf die Abtragsvorgänge und das Abflußverhalten eines Einzugsgebietes. Gerade der bayerische Alpenraum weist sehr hohe Niederschläge auf. Sie liegen vielfach um 2000 mm/Jahr und erreichen gebietsweise sogar bis zu 3000 mm/Jahr. Besonders wirksam sind sommerliche Starkniederschläge, die häufig mit hoher Intensität auf ein relativ kleines Gebiet heruntergehen und dabei zu gefürchteten, lokalen Spitzenhochwassern führen können. Vom Kronendach eines mehrschichtig aufgebauten Mischwaldes wird bei Starkregen bis zu einem Drittel des Niederschlages aufgefangen (Interzeption). Des weiteren hat auf die Höhe des Oberflächenabflusses und des Bodenabtrages die Bodenvegetation großen Einfluß.

Um das Abflußverhalten des Niederschlagswassers auf unterschiedlichen Standorten und Vegetationseinheiten zu studieren, wurde mit der transportablen Berechnungsanlage nach Karl und Toldrian (1973) jeweils auf Flächen von 5 x 20 Metern ein Starkregen von 100 mm Gesamtniederschlag und einer Stunde Dauer erzeugt. Das oberflächlich abfließende Wasser wurde mit einem Trichter in einer Wanne aufgefangen. Damit lassen sich auch die Bodenabträge erfassen. Hinsichtlich des Oberflächenabflusses auf angesäten Skipisten und im Vergleich dazu in den benachbarten, naturbelassenen Bereichen ergab sich folgendes Bild (Bunza, 1978, 1984 und 1988; Karl, 1985):

- Auf Waldflächen findet kein oder nur sehr geringer Abfluß von wenigen Prozenten statt. (Die Frage der Interzeption durch das Kronendach kann hier unberücksichtigt bleiben, da sich die Regendüsen 2 m über dem Boden, also unter dem Kronendach, befinden.)
- Auf Almflächen liegt der Abfluß bei 30 bis 60 %, wobei die als Skipisten genutzten Almwiesen deutlich

höhere Abflüsse zeigen und Werte bis zu 80 % erreichen. Dies dürfte auf stärkere Verdichtung durch den Fahrbetrieb und die winterliche Pistenpflege zurückzuführen sein. Besonders hohe Werte werden auf den Schlepliftrassen erreicht.

Die Frage der Hangneigung spielt hierbei eine nur untergeordnete Rolle.

- Auf planierten und begrünten Skipisten liegen die Abflußwerte meistens zwischen 60 und 80 % und erreichen sogar 90 %; lediglich auf grobschotterigen Dolomitstandorten werden geringere Abflußwerte erreicht.

Tabelle 1 bringt die bei Berechnungsversuchen gewonnenen Werte der Oberflächenabflüsse und Bodenabträge auf angesäten Skipisten.

Bei diesen eindeutigen Ergebnissen des Abflußverhaltens auf den unterschiedlichen Standorten hat sich die Frage aufgedrängt, ob Zusammenhänge zwischen der Durchwurzelung und der Wurzelmasse des Bodens einerseits und der Abflußmenge andererseits zu finden sind.

Wie sich in früheren Untersuchungen über Blaikbildung und Translationsbodenrutschungen (Schauer, 1975) Zusammenhänge zwischen der Erosionsanfälligkeit und dem Wurzelsystem der Vegetation der untersuchten Hänge zeigten, so haben sich auch hier Zusammenhänge zwischen Abfluß und Durchwurzelung des Bodens ergeben.

Zur Bestimmung der Wurzelmasse einer Vegetation verschiedener Standorte wurden möglichst tiefe Rasensoden ausgestochen. Nach Entfernen der oberirdischen Teile wurden die Wurzeln in einem feinen Drahtsieb freigespült, getrocknet und gewogen. Die Bestimmung der Wurzelmasse in g/m² der verschiedenen Vegetationseinheiten ergab folgendes Bild:

- Die Wurzelmasse der Bodenvegetation (Krautschicht) in Bergwäldern liegt in der Regel bei 2000 bis 3000 g/m²,
- die der Zwergstrauchheiden aus Alpenrosen, Heidelbeere und anderen Arten liegt sogar bei 3000 bis 4000 g/m²,

Tab. 1: Oberflächenabflüsse und Bodenabträge der Berechnungsversuche auf angesäten Skipistenplanien

Skigebiet Skiabfahrt	Höhe in m ü. NN	Hangneigung in %	Oberflächen- abfluß in %	Bodenabtrag in kg/100 m ²	geologische Unterlage	Vegetations- bedeckung in %
Jenner	1150	45	55	0	Moränenschutt der	60
	1140	28	83	0	Lokalvereisung, Hang-	90
		32	53	33,9	schutt (vorwiegend	10
	1105	43	54	0	Lias, Kieselkalke)	70
Winklmoos	960	22	78	1,2	Moränenschutt der	90
	950	25	92	1,8	Lokalvereisung (Kösse-	50
	800	24	86	2,4	ner Schichten), Hang-	90
Kampenwand	880	38	62	7,9	schutt (Obere Trias)	80
Kreuzeck	1230	26	32	0,2	Hangschutt (Untere	90
	1220	55	0	0	bis mittlere Trias)	90
	1170	22	67	1,6		80
	1160	14	73	1,5		90
Fellhorn	1700	49	72	11,6	Moränenschotter	70
	1700	49	79	9,9	(Flysch)	70
Grasgehren	1450	34	88	176,4	Hangschutt (Flysch)	50
Bad-Hofgastein	1970	12	56	0	Moränenschutt	80
	1960	29	59	17,7	(Glimmerschiefer,	50
	1950	15	71	2,4	Phyllit)	70
	1940	23	58	1,9		70
	1940	32	44	2,0		70

- die der natürlichen, subalpinen Rasengesellschaften z.B. Nardeten, Curvuleten, Seslerio-Sempervireten bei 1000 bis 2000 g/m²
- und die der Almwiesen und Weiden liegt bei 1000 bis 1500 g/m².

Dagegen fallen die Werte der Wurzelmasse begrünter Skipisten auch nach einer längeren Entwicklungszeit von 8–10 Jahren recht bescheiden aus. Sie liegen zwischen 300 und 700 g/m², wobei die meisten Werte nur zwischen 300 und 500 g/m² betragen.

Die Ausbildung eines recht verzweigten Wurzelsystems ist u.a. eine Frage der Zeit. Die jährliche Nettoproduktion der Wurzelmasse eines Krummseggenrasens (Curvuletum) beträgt nach Mähr und Grabherr (1983) etwa 65 g/m². Für die gesamte Wurzelmasse in einem Curvuletum werden Werte zwischen 1200 und 1750 g/m² (Grabherr et al., 1978) angegeben.

Die natürliche Vegetation der alpinen und subalpinen Rasengesellschaften wie auch die der Wälder und Almwiesen hatte einen ungleich längeren Zeitraum zur Verfügung, um eine dichte, oberirdische Vegetationsdecke und ein weitreichendes und tiefes Wurzelwerk auszubilden. Daraus resultiert eine weitaus höhere Bodenstabilität und ein größeres Wasserspeichervermögen des Bodens. Neben dem Zeitfaktor prägt die Artenzusammensetzung das Wurzelprofil der bestehenden Vegetation. Grasreiche Pflanzengesellschaften besitzen ein flachgründiges Wurzelsystem, dessen Hauptmasse sich in den obersten 10 cm befindet. Nur wenige Wurzeln reichen tiefer. Dagegen bilden krautreiche Vegetationsbestände mit hohem Anteil an Rosettenpflanzen ein Wurzelsystem aus, das weit in die tieferen Bodenschichten vordringt.

Diskussion

Die anfangs gestellten Forderungen an eine Begrünung auf planierten Skipisten werden nur in einigen Punkten näherungsweise erfüllt. Wichtige Aufgaben wie Schutz des Bodens, Stabilisierung der Bodenverhältnisse und ausgleichende Wirkung auf das Abflußgeschehen im Einzugsgebiet sind nicht mehr gewährleistet. Umwandlung naturnaher Rasengesellschaften in künstliche Rasensansaaten erhöht den Oberflächenabfluß in aller Regel um mindestens 50%. Bei einem Starkregen von beispielsweise 100 mm Niederschlag fließen pro Hektar planierter Skipisten Wassermengen von 50 Kubikmeter

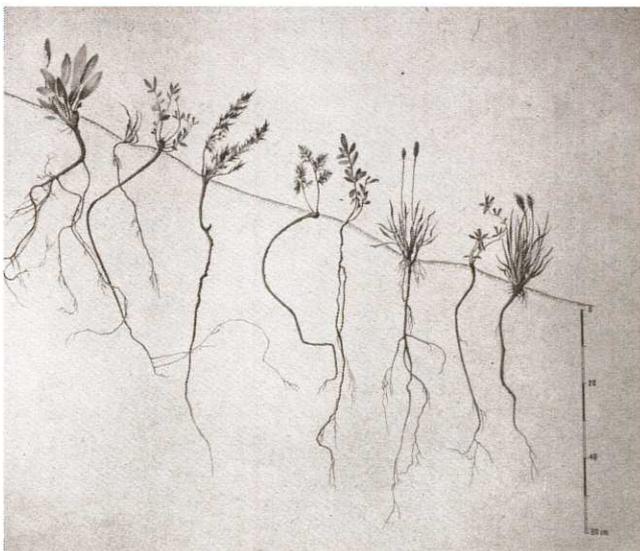


Abb. 7: Das Wurzelwerk der Krautschicht naturnaher Rasengesellschaften reicht wesentlich tiefer als das der künstlich eingebrachten Arten.

und mehr ab. Diese Tatsache kann bei der Flächenbeanspruchung durch Pistenanlagen in ausgebauten Skizentren zu einer spürbaren Erhöhung der lokalen Hochwassergefahr führen. So berichtet Mosimann (1984) aus der Schweiz, daß in manchen Hangeinzugsgebieten der Planieanteil bis zu 15 % erreicht.

Die Beregnungsversuche von Bunza (1988) in den Hohen Tauern zeigen eine deutliche Verschärfung der Hochwassersituation bei Eingriffen in die Vegetationsbestände. Ein Starkregen von 50 mm in 30 min. löst dort in einem relativ naturnahen Einzugsgebiet mit etwa 30 % Zwergstrauchbeständen und ansonsten mit überwiegend subalpinen Rasengesellschaften ein 20jähriges Hochwasserereignis aus, während die gleiche Niederschlagsmenge in einem durch Planierung weitgehend gestörten Einzugsgebiet bis zu einem 80jährigen Hochwasserereignis führen kann.

Die u.a. aus der Sicht des Arten- und Biotopschutzes geforderte Wiederherstellung naturnaher Pflanzengesellschaften mit autochthonen Arten kann auf Skipistenplanien in absehbarer Zeit nicht erreicht werden. Äußerst langsam erfolgt die Einwanderung standortsheimischer Arten aus den Randbereichen. Vielfach werden auch die eingewanderten Pflanzen durch die notwendige Pflege wie Düngung oder Nachsaat verdrängt. Damit ist die Erhaltung der heimischen Flora durch die Anlage und Pflege von Rasen auf Planien nicht möglich.

Zu diesem Ergebnis führen auch die Untersuchungen von Grabherr (1979), Schauer (1981), Spatz, Park und Weis (1987). Sicherlich ist von dieser floristischen Verarmung auch die ursprüngliche Fauna stark betroffen.

Nach Untersuchungen von Hammelbacher und Mühlberg (1986) macht sich bereits der Skibetrieb auf Almflächen auf die Käfer- und Weberknechtfauna bemerkbar, indem bei der Laufkäferfauna eine Verschiebung der Artenzusammensetzung und bei den Weberknechten ein Artenverlust eintritt. Bei der Käferfauna nehmen die Spezialisten ab und die Ubiquisten zu. Somit zeichnet sich bei den Bemühungen, die Auswirkungen der durch den Pistenbau erfolgten Eingriffe abzumildern, ein Zielkonflikt ab. Die notwendigen und derzeit großflächig prakti-

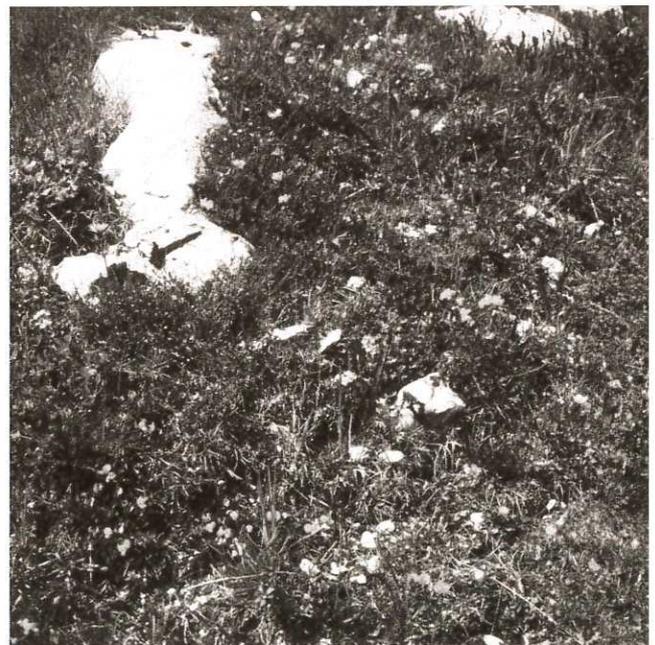


Abb. 8: Bei einer behutsamen Geländekorrektur bleiben teilweise noch der Oberboden samt Samen, Rhizomen und sonstigen Verbreitungseinheiten der ursprünglichen Vegetation erhalten, so daß sich die autochthonen Arten bald wieder einstellen.

zierten Wiederbegrünungsmaßnahmen beeinträchtigen die Erhaltung autochthoner Pflanzen- und Tierarten und schließen sie mitunter weitgehend aus. Die gelegentlich geäußerte Meinung, daß nur Zuchtrassen den Belastungen des Skibetriebes gewachsen seien, da diese herausgezüchteten Sippen und Rassen trittunempfindlicher und regenerationsfreudiger seien als die Wildsippen, mag mitunter zutreffen oder ist zumindest das züchterische Ziel. Damit wird aber eindeutig die Einbringung fremder Sippen auf großen Flächen im alpinen Raum empfohlen und eine Florenverfälschung, die im übrigen die Naturschutzgesetze versagen, als Begleiterscheinung in Kauf genommen.

Darüber hinaus erfordert die Unterhaltung und Pflege der Ansaaten eine regelmäßige Düngung. Bleibt die ständige Nährstoffzufuhr aus, können sich die angesäten Arten nicht halten (Spatz, 1985). Eutrophierung dieser Standorte und Belastung des Wassers im Quell- und Einzugsgebiet vieler Bäche und Flüsse treten durch diese regelmäßig wiederkehrende Maßnahme zwangsweise auf. Insgesamt lassen sich mit der Einbringung von Zuchtrassen die Probleme auf Skipisten im Alpenraum langfristig wohl nicht lösen. Um die derzeitige Situation im Alpenraum durch den Bau von Skipisten nicht noch zu verschärfen und um eine allmähliche Sanierung auf den bestehenden Abfahrten herbeizuführen, erscheint es notwendig:

1. Ausbau oder Neuanlagen von Skiabfahrten können nur noch in Ausnahmefällen durchgeführt werden. Auf den Ausbau einer Skiabfahrt in einem Gebiet, das sich für den Massentourismus nicht eignet oder das erst durch umfangreiche, tiefgreifende Geländeingriffe umgebaut werden muß, ist zu verzichten.
2. Planierarbeiten dürfen nur auf kleinen Flächen durchgeführt werden. Der Oberboden ist samt den Wurzeln und Rhizomen gesondert abzutragen und auf die hergestellte Planie wieder aufzubringen, um wenigstens einen Teil der Verbreitungseinheiten oder Diasporen der ursprünglichen Vegetation zu erhalten. Eine zusätzliche Ansaat mit standortfremden Sippen erübrigt sich unter Umständen und ist nur noch im Bedarfsfall durchzuführen.

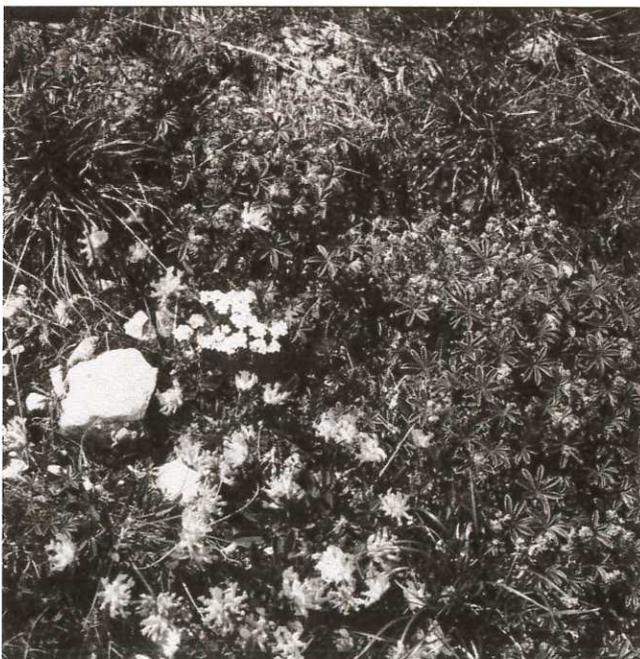


Abb. 9: Nach wenigen Jahren stellt sich Alpen-Wundklee, Alpen-Frauenmantel, Bewimperter Mannsschild und Blaugras auf einer Skipiste mit behutsamer Geländemodellierung ein.

3. Bei der Anlage und Pflege der Skipistenrasen ist mehr auf die Förderung eines weit- und tiefreichenden Wurzelsystems als auf die Produktion der oberirdischen Grünmasse zu achten.
4. Anzustreben ist eine Ansaat mit Samen, die aus Wildheuwiesen gewonnen werden.
5. Die Vermehrung von Samen standortsheimischer Arten der subalpinen Rasengesellschaften im Gartenbau muß gefördert werden, da die Gewinnung von keimfähigen Wildheusamen in ausreichender Menge meist sehr schwierig ist.
6. Methoden zur Vermehrung von Wildsippen mit Hilfe von Gewebekulturen (Meristemvermehrung), wie sie im Zierpflanzenbau angewendet wird, sind in einem eigenen Forschungsvorhaben zu entwickeln (unter Verwendung möglichst vieler Mutterpflanzen).
7. Auf begrünter Skipisten darf der Skibetrieb erst nach Ablauf von mindestens ein bis zwei Vegetationsperioden einsetzen.

Literatur

- BOSSHARD, W. (Herausg.), 1982: Skipistenplanierungen und Geländekorrekturen — Erfahrungen und Empfehlungen. Mit Beiträgen von D. Hünnerwadel, R. Rudin, W. Rüschi, F.H. Schwarzenbach, H.K. Stiffler, B. Wallimann und H. Weiss. Berichte Eidgenössische Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen, Birmensdorf, Nr. 237.
- BUNZA, G., 1978: Vergleichende Messungen von Abfluß und Bodenabtrag auf Almflächen des Stubnerkogels im Gasteiner Tal. Veröffentl. d. Österr. MAB-Hochgebirgsprogramm Hohe Tauern (Innsbruck [Wagner]) 2.
- BUNZA, G., 1984: Oberflächenabfluß und Bodenabtrag in alpinen Graslandökosystemen. Verhandlungen der Ges. f. Ökologie.
- BUNZA, G., 1988: Oberflächenabfluß und Bodenabtrag in der alpinen Grasheide der Hohen Tauern an der Großglockner-Hochalpenstraße. Veröffentl. d. Österr. MAB-Hochgebirgsprogramm Hohe Tauern, im Druck.
- DIETMANN, TH., 1985: Ökologische Schäden durch Massenskiport. Jahrb. d. Ver. z. Schutz d. Bergwelt, 50 Jg., München.
- GRABHERR, G., 1979: Schädigung der natürlichen Vegetation über die Waldgrenze durch die Anlagen von Skipisten und der Fähigkeit zur Regeneration. Tagungsber. d. Akademie f. Naturschutz und Landschaftspflege, Laufen, 2/78.
- GRABHERR, G., 1982: The impact of trampling by tourists on a high altitudinal grassland in the Tyrolean Alps, Austria. Vegetatio 48.
- GRABHERR, G., MÄHR, E. und REISIGL, H., 1978: Nettoprimärproduktion und Reproduktion in einem Krummseggenrasen der Ötztaler Alpen, Tirol. Oekologie Plantarum, 13/3.
- HAMMELBACHER, K. und MÜHLENBERG, M., 1986: Laufkäfer- (Carabidae) und Weberknechtarten (Opiliones) als Bioindikatoren für Skibelastung auf Almflächen. Natur und Landschaft, 61. Jg., H. 12.
- KARL, J., 1985: Runoff and erosion measurement in the alpine region by means of artificial rainstorm tests. Mitt. forstl. Bundesversuchsanstalt, Wien, H. 156.
- KARL, J., TOLDRIAN, H., 1973: Eine transportable Beregnungsanlage für die Messung von Oberflächenabfluß und Bodenabtrag. Wasser und Boden, 25.
- MÄHR, E. und GRABHERR G., 1983: Wurzelwachstum und -produktion in einem Krummseggenrasen (*Caricetum curvulae*) der Hochalpen. In: Wurzelökologie und ihre Nutzenanwendung. Int. Symp. Gumpenstein, 1982.
- MOSIMANN, TH., 1984: Das Stabilitätspotential alpiner Geoökosysteme gegenüber Bodenstörungen durch Skipistenbau. Verhandlung d. Ges. f. Ökologie (Bern 1982), B. 12, Göttingen.
- SCHAUER, TH., 1975: Die Blaikenbildung in den Alpen. Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München, Heft 1.
- SCHAUER, TH., 1981: Vegetationsveränderungen und Florenverlust auf Skipisten in den bayerischen Alpen. Jb. Verein z. Schutz der Bergwelt, München, Jg. 46.
- SPATZ, G., 1985: Zur Ausdauer von Skipistenbegrünung in Hochlagen. Rasen-Turf-Gazon 1.
- SPATZ, G., PARK, G., WEISS, G., 1987: Untersuchungen zur Einwanderung autochthoner Arten auf planierten und begrünter Skipisten in der subalpinen und alpinen Stufe. Natur und Landschaft 62, H. 7/8.
- WEISS, H., 1987: Die Gefährdung der alpinen Landschaft durch den Menschen. Z. f. Kulturtechnik und Flurbereinigung 28.

Verfasser: Dr. Thomas Schauer, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Lazarettstraße 67, 8000 München 19

Untersuchungen an Rasensportplätzen in „bodennahen Bauweisen“*)

I. Bodenphysikalische Werte

H. Nonn u. H. Franken, Bonn

Zusammenfassung

Es wird über Untersuchungen an Tragschicht und Baugrund von Rasensportplätzen in „bodennahen Bauweisen“ im Hinblick auf ihre bodenphysikalischen und vegetationskundlichen Eigenschaften berichtet.

Eine Gruppierung der Plätze erfolgt entsprechend der Bodenaufbauten in Intergreen A-, Intergreen B- und SRS-Plätze. Zeitliche Veränderungen (Dynamik) der geprüften Parameter werden durch die Untersuchungsstermine Frühjahr 1986, Herbst 1986 und Frühjahr 1987 erfaßt. Der Einfluß der Belastungsintensität wird mit der Einteilung der Plätze in stark (Strafraum) und schwach belastete Bereiche (Mittelfeld) berücksichtigt. Alle untersuchten Plätze erfüllen im wesentlichen die bodenphysikalischen Anforderungen, die an belastbare Rasenflächen gestellt werden. Jedoch lassen sich zwischen den Bauweisen einige funktionsbestimmende Differenzierungen aufzeigen.

Investigation of turf sports grounds constructed in a manner "close to the soil"

I. Soil physical values

Summary

Information is provided on investigations of the carrying layer and the building ground of turf sports grounds established in a manner "close to the soil" and with a view to their soil physical, soil chemical and vegetational qualities. The sites are grouped as to their soil composition in Intergreen A, Intergreen B and SRS-sites.

Timely changes (dynamics) of the investigated parameters are valued by the investigations carried out in the spring and autumn of 1986 and the spring of 1987. The influence of the intensity of possible damage is taken into consideration by dividing the grounds into highly used areas (restricted area) and into lesser frequented areas (central court).

All the sites investigated, generally meet the requirements as to soil physical qualities required of turfs for greater wear and tear. However, some functional differentiations, between the various constructions are obvious.

Etudes sur des pelouses de sport installées selon la méthode „bodennah“

I. Propriétés physiques du sol

Résumé

Des résultats obtenus d'une étude sur des couches portantes et des fondations de pelouses de sport installées selon la formule dite „bodennah“ (méthodes qui utilisent le sol en place comme support à la couche gazonnante) sont présentés par rapport aux propriétés physiques et chimiques du sol et aux observations phytosociologiques. Les terrains sont divisés selon le système d'installation appliqué en trois groupes: Intergreen A, Intergreen B et terrains SRS.

Les variations dans le temps (dynamique) des paramètres étudiés sont retenues par les notations effectuées au printemps 1986, en automne 1986 et au printemps 1987. L'incidence de l'intensité de la charge est prise en considération par la division des terrains en zones fortement utilisées (zone de penalty) et zones faiblement utilisées (centre).

Tous les terrains étudiés remplissent en principe les conditions requises pour des pelouses intensivement utilisées en ce qui concerne les propriétés physiques du sol. Néanmoins on peut constater entre les systèmes d'installations certaines différenciations fonctionnelles.

1. Einleitung

Eine wesentliche Voraussetzung für einen funktionsfähigen Rasensportplatz ist ein geeigneter Bodenaufbau. Neben den sportfunktionalen Gesichtspunkten, die insbesondere eine hohe Wasserdurchlässigkeit und Belastbarkeit, sollten vor allem die pflanzenbaulichen Ansprüche der stark strapazierten Rasengräser im Vordergrund stehen.

Wesentliche Vorteile gegenüber den bisher konzipierten Bodenaufbauten erhofft man sich von den „bodennahen Bauweisen“ (HABEGGER, 1976, 1978, 1980; LUKOWSKI, 1986; SKIRDE, 1978, 1980).

Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, erstmals umfassende Kenndaten von Rasensportplätzen in „bodennahen Bauweisen“ zu ermitteln und an den Anforderungen der DIN 18035, Blatt 4, „Sportplätze-Rasenflächen“ zu messen. Neben der Aussage über mögliche dynamische Vorgänge auf Rasensportplätzen kann auch eine Bewertung der verschiedenen „bodennahen Bauweisen“ untereinander vorgenommen werden.

2. Material und Methoden

2.1 Versuchsanlage

Die vorliegenden Ergebnisse wurden an 10 Rasensportplätzen in der Bundesrepublik Deutschland ermittelt. Die

Plätze sind dadurch gekennzeichnet, daß ihre Bodenaufbauten in „bodennaher Bauweise“ erfolgten. Sie sind in folgende Gruppen einzuteilen:

- Intergreen A-Plätze
- Intergreen B-Plätze
- SRS-Plätze

Tabelle 1 zeigt, in welchen Orten die Untersuchungen durchgeführt wurden.

Tab. 1: Untersuchungsorte

Intergreen A	Intergreen B	SRS
Frankfurt-Dornbusch I	Bellersheim	Wiesentheid
Frankfurt-Dornbusch II	Gedern	Remlingen
Niedererlenbach	Grünberg	
Frankfurt-Riederwald	Kirtorf	

Diese regionale und zahlenmäßige Begrenzung ist damit zu erklären, daß zum einen die „bodennahen Bauweisen“ nur in eng begrenzten Gebieten schon seit längerem gebaut werden, zum anderen haben aber auch Zeitaufwand und verfügbare Sachmittel Grenzen gesetzt.

Probenahmeterminen waren Frühjahr (Mai) 1986, Herbst (Oktober) 1986 und Frühjahr (Mai) 1987. Über die Lage der Meßstellen auf den Plätzen informiert Abbildung 1. Die Einteilung der Sportfelder in stark (Strafraum) und gering (Mittelfeld) belastete Bereiche erfolgte in Anlehnung an BRYAN u. ADAMS (1971), MEHNERT (1978) und MÜLLER-BECK (1977).

*) Auszug aus der Dissertation: Bodenphysikalische, bodenchemische und vegetationskundliche Eigenschaften von Rasensportplätzen in „bodennahen Bauweisen“ (NONN, 1988)

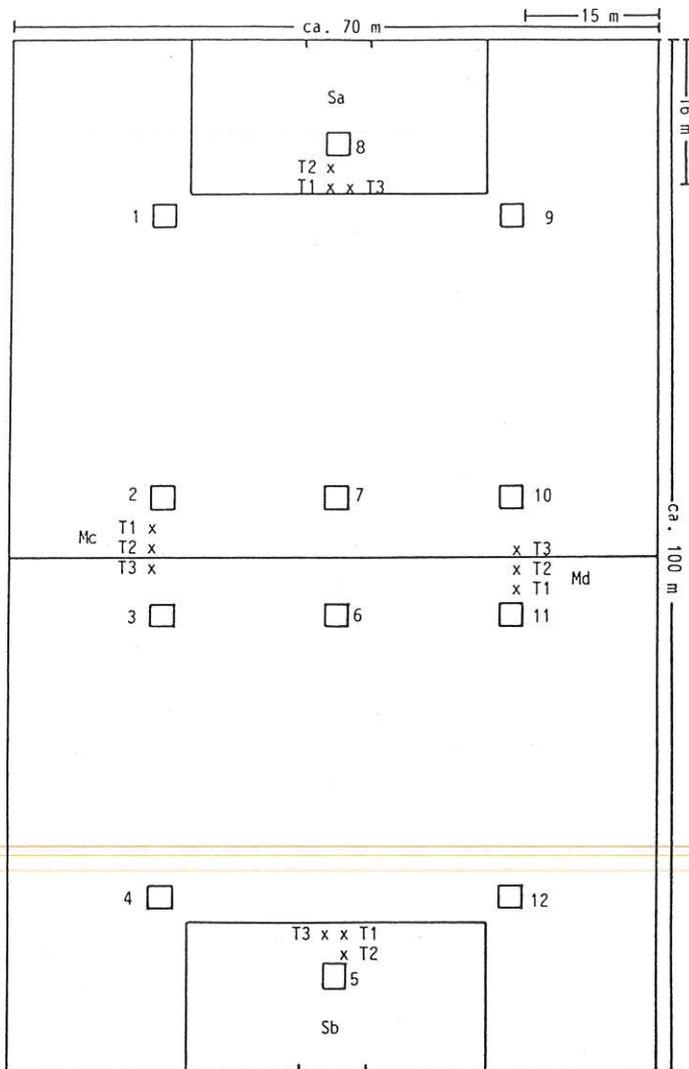


Abb. 1: Lageplan der Meßstellen

Erläuterungen zu Abbildung 1:

Termine:

T1 Frühjahr 1986 (F 86)

T2 Herbst 1986 (H 86)

T3 Frühjahr 1987 (F 87)

Belastungszonen:

S Strafraum (starke Belastung)

M Mittelfeld (geringe Belastung)

Wiederholungen:

Sa, Mc Block I

Sb, Md Block II

Meßstellen:

x Entnahmestellen der Stechzylinderproben und der Wurzelproben

Die Messungen der Wasserdurchlässigkeit und des Abscherwiderstandes erfolgten in unmittelbarer Nähe der betreffenden Meßstelle.

□ 1—12 Punkte für die Pflanzenbestandsaufnahmen.

2.2 Bodenphysikalische Analysen

Zur Bestimmung der **Korngrößenverteilung** wurde die kombinierte Sieb- und Sedimentationsmethode angewandt. Es wurde die Pipettmethode nach KÖHN (THUN et al., 1959; HARTGE, 1971) gewählt. Die organische Substanz der Bodenproben wurde durch Zugabe einer 15%igen Wasserstoffperoxidlösung (H_2O_2) zerstört, die Dispergierung zur Verhinderung einer Koagulation der

Einzelkörner erfolgte durch die Vorbehandlung mit Natriumpyrophosphat ($Na_4P_2O_7$) (DNA, 1973).

Die Erfassung des Porenvolumens, der Porengrößenverteilung und des Trockenraumgewichts erfolgte mit Hilfe von **Stechzylinderproben** (100 cm^3) an ungestörtem Boden in sechsfacher Wiederholung.

— Porenvolumen

Bestimmung des Gesamtporenvolumens nach von NITZSCH (1936) durch Addition des gravimetrisch bestimmten Wassergehaltes VW (%) und des Luftgehaltes VL (%) mit dem Pyknometer nach LOEBELL (1953).

— Porengrößenverteilung

Ermittlung der Porengrößenverteilung mit porösen Keramikplatten nach RICHARDS und FIREMAN (1943) und der Druckmembranmethode nach RICHARDS und WEAVER (1944) zur Unterteilung des Porenvolumens in folgende Porengrößenbereiche:

Porengrößenbereich	Porendurchmesser (μm)	Wassersäule (cm)	pF
schnell dränende			
Grobporen	> 50	0— 60	0 — 1,77
langsam dränende			
Grobporen	50—10	60— 300	1,77—2,54
Mittelporen	10— 0,2	300—15000	2,54—4,2
Feinporen	< 0,2	> 15000	> 4,2

— Trockenraumgewicht

Berechnung des Trockenraumgewichtes durch Wägung der bei 105°C getrockneten Stechzylinderprobe.

— Wasserdurchlässigkeit

Aufgrund der aufbaubedingten Inhomogenität innerhalb mancher Rasentragschichten und der damit verbundene Streuung bei der Bestimmung der **Wasserdurchlässigkeit** an Stechzylinderproben im Labor erfolgte diese in Anlehnung an die Doppelringinfiltrometer-Methode am Objekt (DNA, 1972). Hierzu wurden ein äußerer Zylinder ($\varnothing = 60\text{ cm}$) und ein innerer Zylinder ($\varnothing = 15\text{ cm}$) 5 cm tief in die Rasentragschicht eingeschlagen und der Bodenaufbau wassergesättigt. Um Einflüsse durch oberflächennahe Sickerschlitze auszuschließen und die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurden die Messungen jeweils zwischen zwei Sickerschlitzen vorgenommen.

Die Messung der Wasserdurchlässigkeit erfolgte in vierfacher Wiederholung im inneren Meßzylinder, und zwar derart, daß die Zeit für das Absinken des Wasserspiegels von 4,5 cm auf 3,5 cm festgehalten wurde. Während des Meßvorganges wurde der Wasserspiegel im äußeren Zylinder auf gleichem Niveau mit dem des Meßzylinders gehalten.

2.3 Biometrische Auswertung

Das Datenmaterial wurde als Blockanlage über eine mehrfaktorielle Varianzanalyse einer fehlerkritischen Prüfung unterzogen. Zuvor wurden die Restfehler auf Normalverteilung geprüft; eine Transformation der Daten war nicht erforderlich.

Für den Test auf Signifikanz der Varianzen und der Differenz der Mittelwerte wurden der F-Test und der t-Test mit folgenden Sicherungsgrenzen benutzt:

F-Test

Sicherungsgrenze 5% = +

Sicherungsgrenze 1% = ++

t-Test

GD 5 % statistisch gesichert

Die Durchführung der statistischen Berechnungen erfolgte mit SAS-Statistikprogrammen auf einer IBM 3081K des Regionalen Hochschulrechenzentrums der Universität Bonn.

3. Ergebnisse

3.1 Kornverteilungskurven

Die Ermittlung der Korngrößenverteilung erfolgte an den Bodenproben vom Frühjahr 1986. Da die Ergebnisse von Strafraum und Mittelfeld fast identisch waren, wird nur eine Körnungslinie als Mittelwert, jeweils für Tragschicht und Baugrund, angegeben. Zur besseren Einordnung der Körnungslinien ist der Grenzbereich nach DIN 18035, Blatt 4, mit eingezeichnet (Abb. 2—11).

Charakteristisch für fast alle untersuchten Plätze ist der über dem Norm-Grenzwert von 8 M.-% liegende Anteil an abschlämmbaren Teilen ($d \leq 0,02$ mm) in der Rasentragsschicht. Ausnahmen hiervon bilden „Gedern“ und „Wiesentheid“, deren Körnungslinien innerhalb des Normbereiches verlaufen.

Während bei „Riederwald“, „Bellersheim“, „Kirtorf“ und „Remlingen“ der Gehalt an Abschlämmbarem zwischen 10 und 15 M.-% schwankt, somit also nur unwesentlich über der Norm-Anforderung liegt, übertreffen die Plätze „Dornbusch I“, „Dornbusch II“, „Niedererlenbach“ und „Grünberg“ mit 20—26 M.-% den Grenzwert erheblich. Auf allen Plätzen finden sich Gerüstbaustoffe mit einem Durchmesser von mehr als 8 mm, obwohl dieser Korndurchmesser nach DIN 18035, Blatt 4, als Größtkorn definiert ist. Die Massenanteile belaufen sich jedoch auf unter 2 % und sind somit vernachlässigbar, insbesondere da diese Körnungen nicht an der Oberfläche der Rasentragsschichten anzutreffen waren. Zur Beurteilung des Verlaufs von Körnungslinien werden in der Bodenmechanik die Ungleichförmigkeitsziffer U und die Krümmungszahl C_c herangezogen. Nach BEIER (1975) gilt ein Boden als gleichförmig bei $U < 5$, als ungleichförmig bei $U = 5—15$ und als sehr ungleichförmig bei $U > 15$. BLAKE (1977) bezeichnet Sande mit einem Ungleichförmigkeitsgrad > 6 als gut abgestuft (= ungleichförmig). Eine Krümmungszahl zwischen 1 und 3 bei $U >$ weist ebenfalls auf einen ungleichförmigen Boden hin. Somit sind die Substrate in „Gedern“ und „Wiesentheid“ mit $U = 5—15$ als ungleichförmig und die der übrigen Plätze mit $U > 15$ als sehr ungleichförmig anzusprechen.

Ferner ist neben der Krümmungszahl und der Ungleichförmigkeitsziffer als Vergleichswert der Korndurchmesser in μm für den Massenanteil von 25 % (D_{25}) in den Abbildungen aufgeführt.

Zur Methodik der Korngrößenanalyse der Rasentragsschichtgemische ist zu bemerken, daß aufgrund der intensiven Vorbehandlung der Substrate mit Wasserstoffperoxid und Natriumpyrophosphat eventuell vorhandene größere Oberbodenaggregate bis zum Einzelkorn zerlegt wurden. Besonders bei der Intergreen A-Bauweise wechseln oberboden- und sandreiche Zonen in der Rasentragsschicht einander ab; das Ergebnis der Korngrößenanalyse stellt aber einen Mittelwert über diese Zonen dar und ist nur unter Einbeziehung dieser Überlegungen zu werten.

Die Korngrößenverteilungen im Baugrund sind dadurch gekennzeichnet, daß ihre Anteile an abschlämmbaren Teilen bis auf „Dornbusch II“, „Riederwald“ und „Wiesentheid“ über 40 M.-% betragen. Auf den Plätzen „Dornbusch II“ und „Wiesentheid“ sind die Körnungslinien

des Baugrundes fast deckungsgleich mit denen der Rasentragsschichtmischungen. In „Wiesentheid“ sind lediglich Differenzierungen im Mittel- und Grobsandbereich festzustellen. Sehr hohe Anteile an Körnern $d \leq 0,02$ mm finden sich auf den Plätzen „Gedern“ mit 60 M.-%, „Dornbusch I“ mit 57 M.-%, „Niedererlenbach“ mit 54 M.-% und „Remlingen“ mit 51 M.-%.

Die Gehalte dieses Korngrößenbereichs schwanken in „Kirtorf“, „Grünberg“ und „Bellersheim“ zwischen 40 und 49 M.-% und liegen somit zwischen den beiden bereits beschriebenen Gruppen. Die höchsten Tonanteile ($d < 0,002$ mm) im Baugrund wurden in „Gedern“ (26,9 M.-%), „Bellersheim“ (26,5 M.-%) und „Remlingen“ (24,8 M.-%) ermittelt. Den geringsten Anteil an Ton hat „Wiesentheid“ mit 5,2 M.-% aufzuweisen. Alle übrigen Plätze besitzen zwischen 11,4 und 20,9 M.-% Ton.

3.2 Porenraumgliederung

3.2.1 Gesamtporenvolumen

Die signifikante Interaktion Platz \times Belastung beim Porenvolumen der Tragschicht läßt erkennen, daß sich die differenzierten Belastungen im Strafraum und Mittelfeld auf den einzelnen Plätzen sehr unterschiedlich ausgewirkt haben. Diese Auswirkungen zeigen sich in einem erhöhten Porenvolumen im Mittelfeld auf den Plätzen „Dornbusch II“ und „Riederwald“, während auf allen anderen Plätzen keine gesicherten Unterschiede zwischen den Belastungsstufen bestehen (Tab. 2). Das höchste Gesamtporenvolumen bei beiden Belastungsstufen besitzt „Bellersheim“.

Die gesicherte Wechselwirkung Platz \times Termin weist darauf hin, daß die im Untersuchungszeitraum festgestellten Veränderungen des Porenvolumens nicht auf allen Plätzen gleichsinnig verlaufen sind. Beim Vergleich der Untersuchungstermine weisen die Intergreen A-Plätze „Dornbusch I“, „Dornbusch II“ und „Riederwald“ im Herbst 1986 ein höheres Porenvolumen gegenüber dem Frühjahr 1986 auf. Zum Frühjahr 1987 hin ist auf diesen Plätzen dann wieder eine Abnahme der Porenvolumina festzustellen. Tendenziell ist diese Entwicklung auch auf den Intergreen B-Plätzen „Gedern“, „Grünberg“ und „Kirtorf“ erkennbar.

Tab. 2: Gesamtporenvolumen (Vol.-%) der Tragschicht

Platz	Belastung		Termin			
	S	M	F 86	H 86	F 87	●
F.-Dornbusch I	40,8	40,4	39,8	42,2	39,9	40,6
F.-Dornbusch II	40,0	42,7	39,1	43,7	41,3	41,3
Niedererlenbach	41,9	41,0	39,8	41,9	42,7	41,4
F.-Riederwald	38,4	42,4	37,2	43,1	40,9	40,4
Bellersheim	47,4	47,7	48,7	46,3	47,5	47,5
Gedern	45,1	44,1	44,0	45,4	44,3	44,6
Grünberg	43,8	43,8	43,5	44,4	43,5	43,8
Kirtorf	41,9	41,3	40,5	42,9	41,5	41,6
Wiesentheid	40,8	40,3	40,9	40,1	40,6	40,5
Remlingen	38,4	39,2	39,3	37,0	40,1	38,8
●	41,8	42,3	41,3	42,7	42,2	42,1

GD_{5%} Platz \times Belastung 1,98

GD_{5%} Platz \times Termin 2,43

F 86 = Frühjahr 1986

H 86 = Herbst 1986

F 87 = Frühjahr 1987

Abb. 2: Körnungslinien Dornbusch I

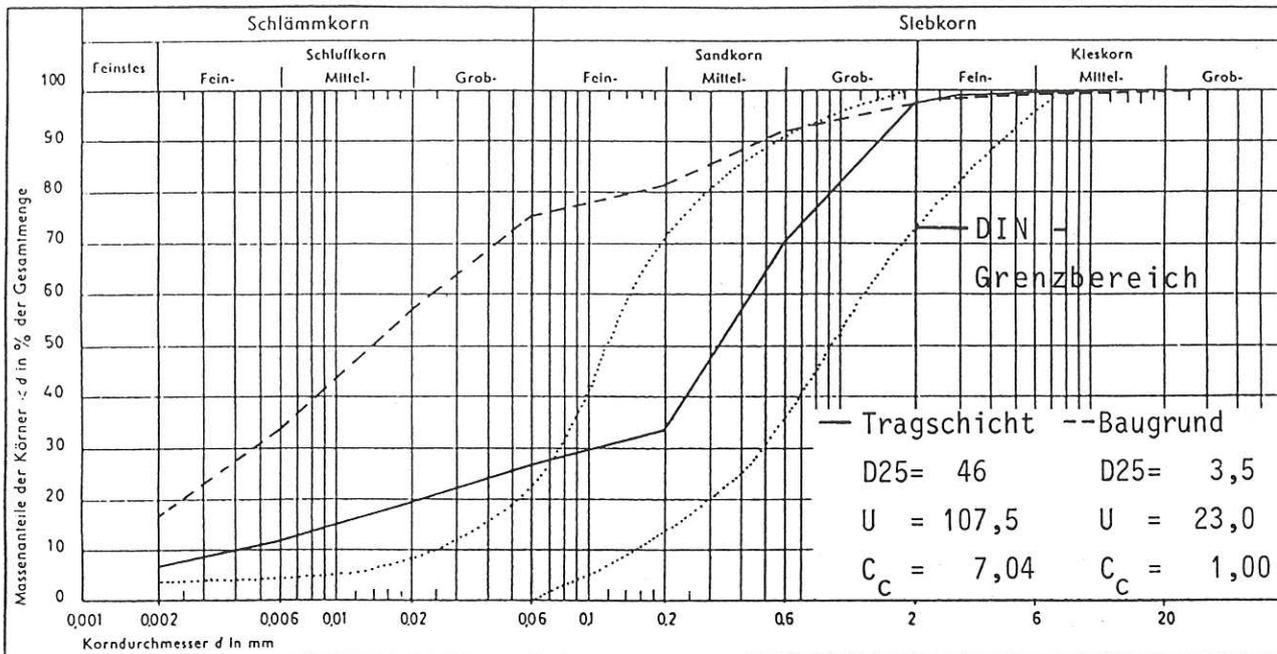


Abb. 3: Körnungslinien Dornbusch II

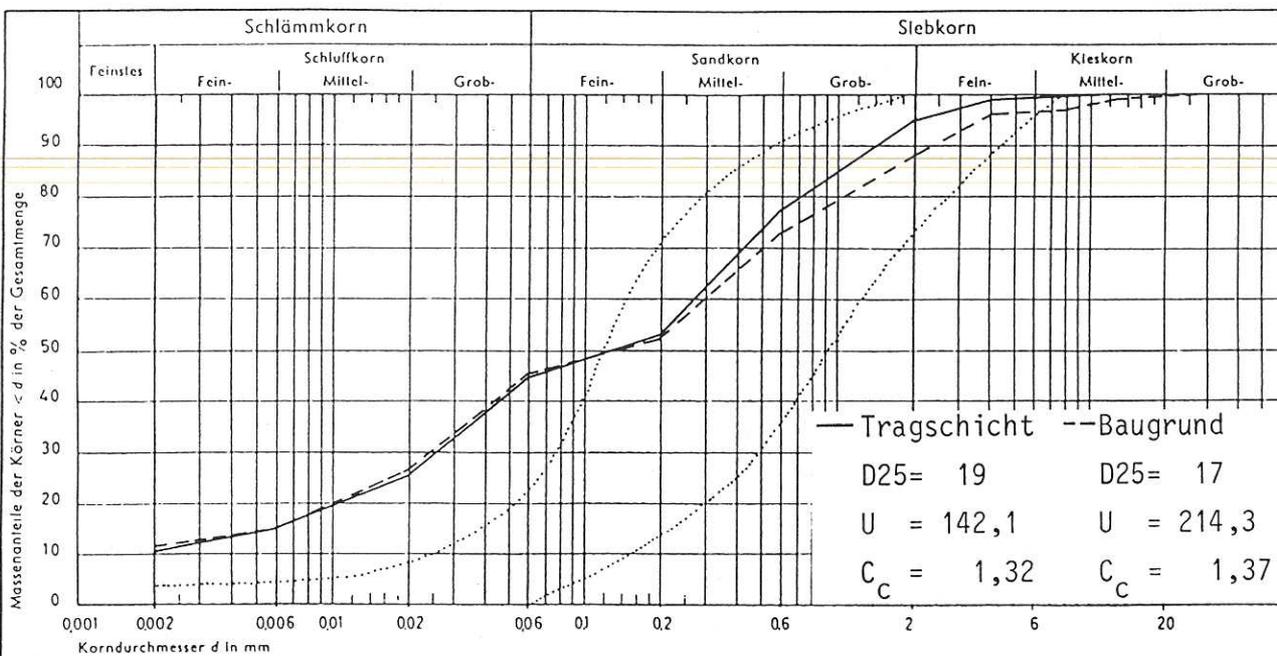


Abb. 4: Körnungslinien Niedererlenbach

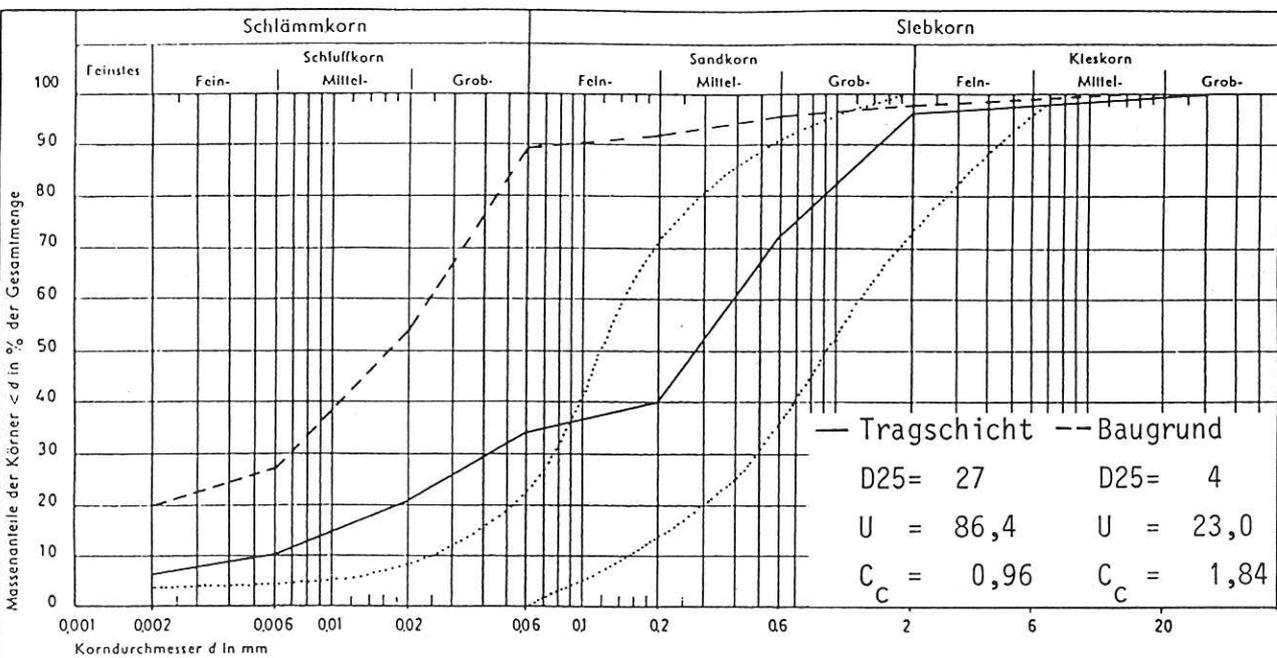


Abb. 5: Körnungslinien Riederwald

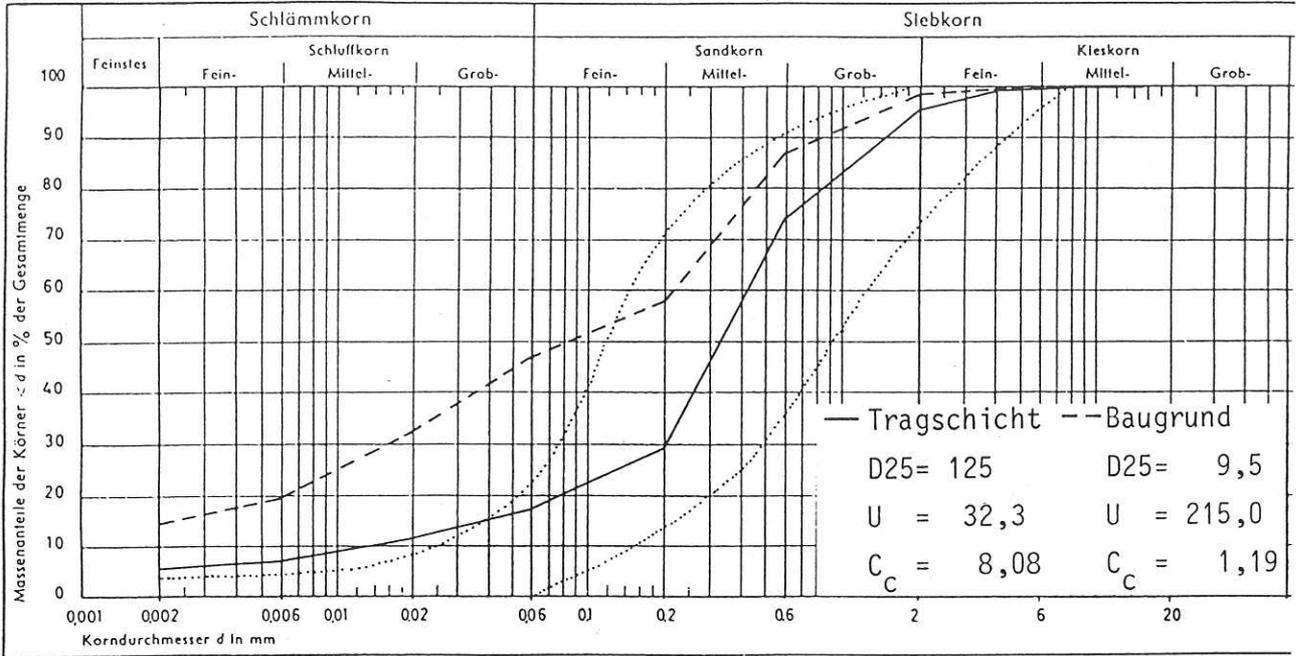


Abb. 6: Körnungslinien Bellersheim

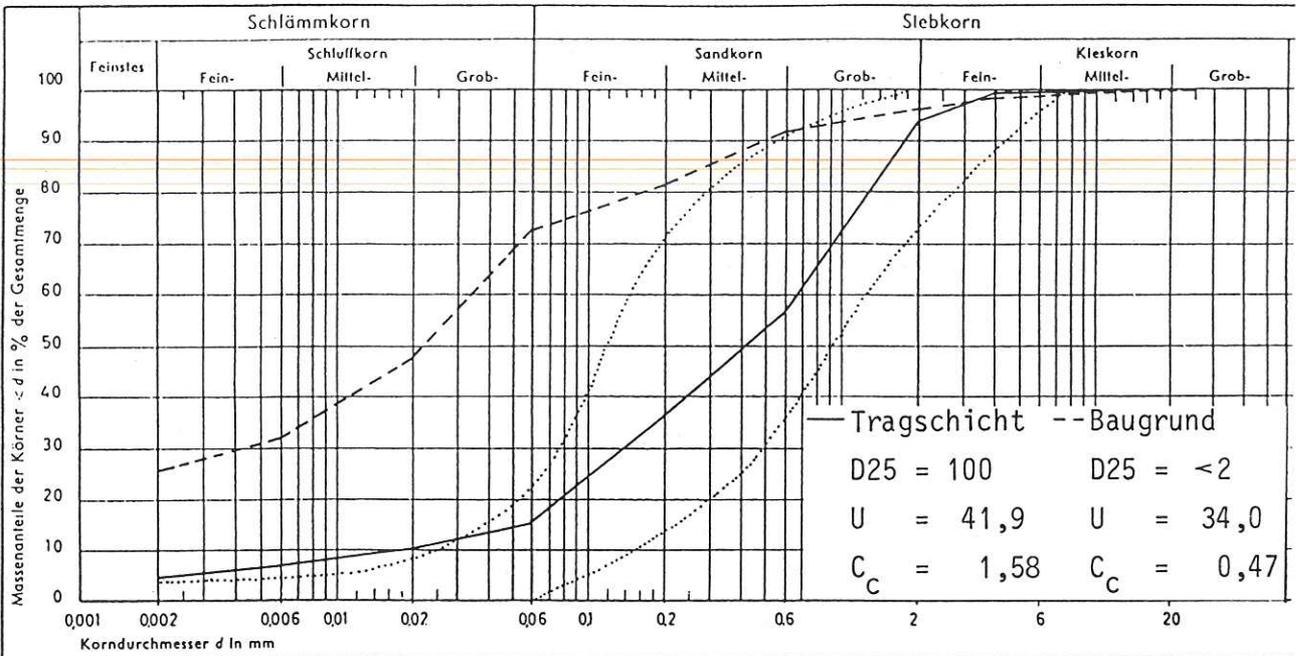


Abb. 7: Körnungslinien Gedern

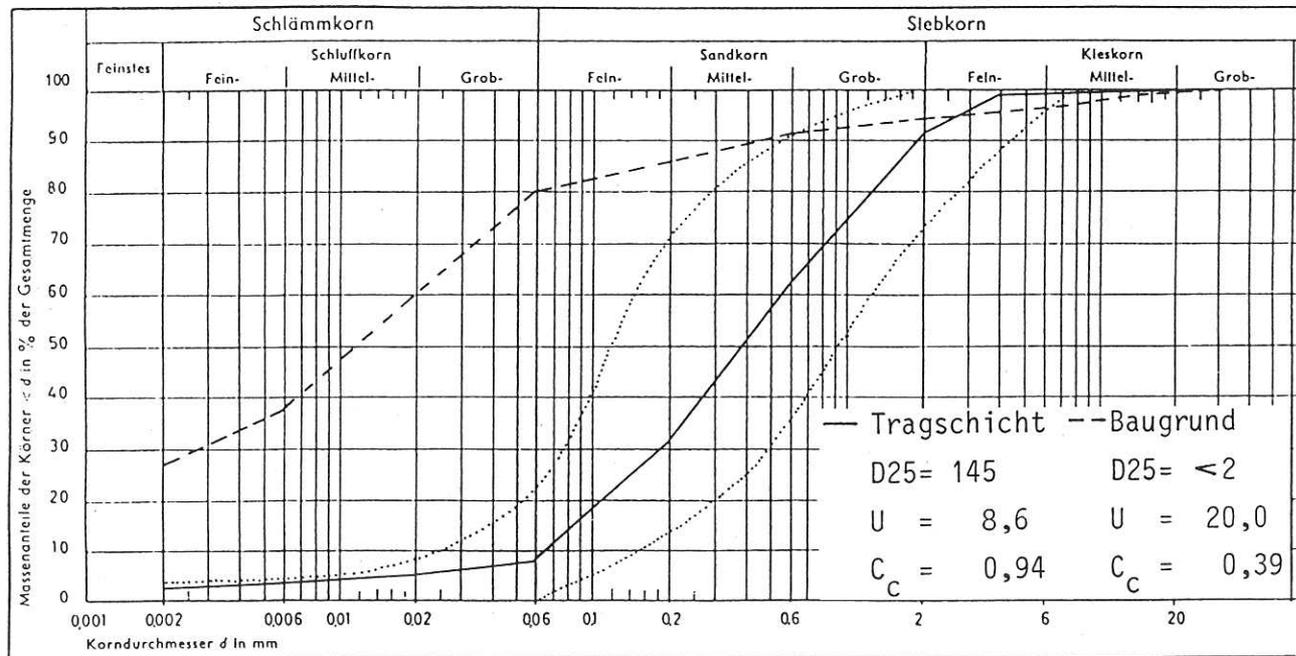


Abb. 8: Körnungslinien Grünberg

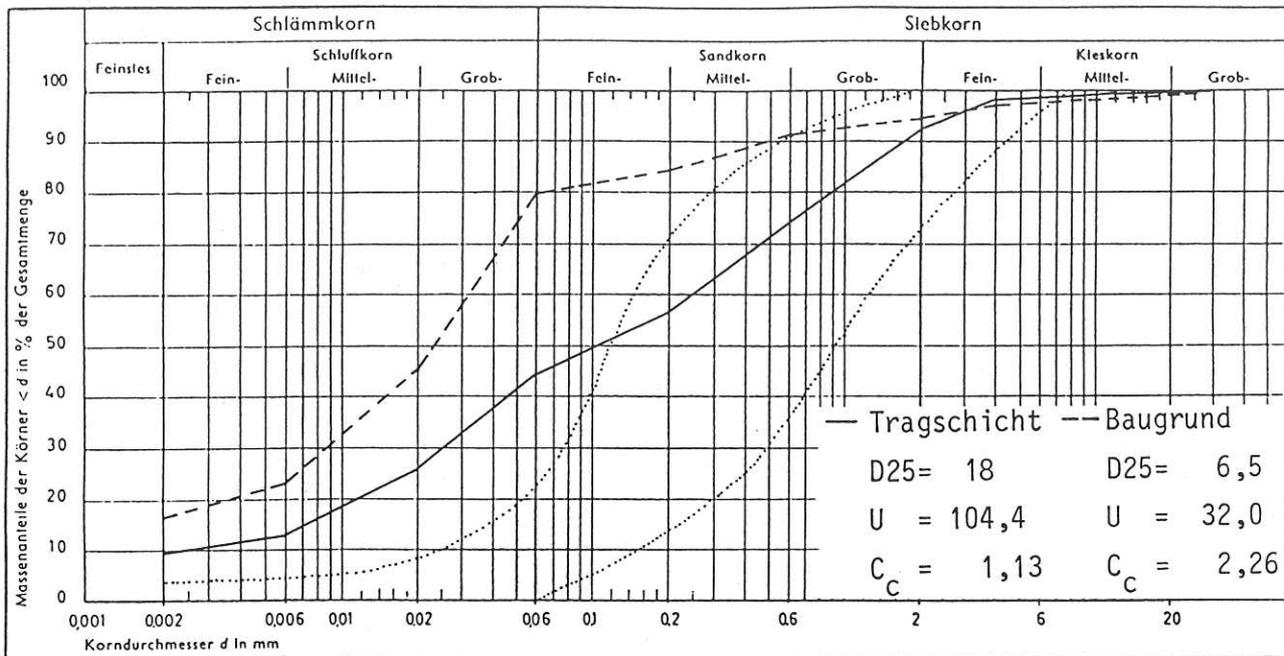


Abb. 9: Körnungslinien Kirtorf

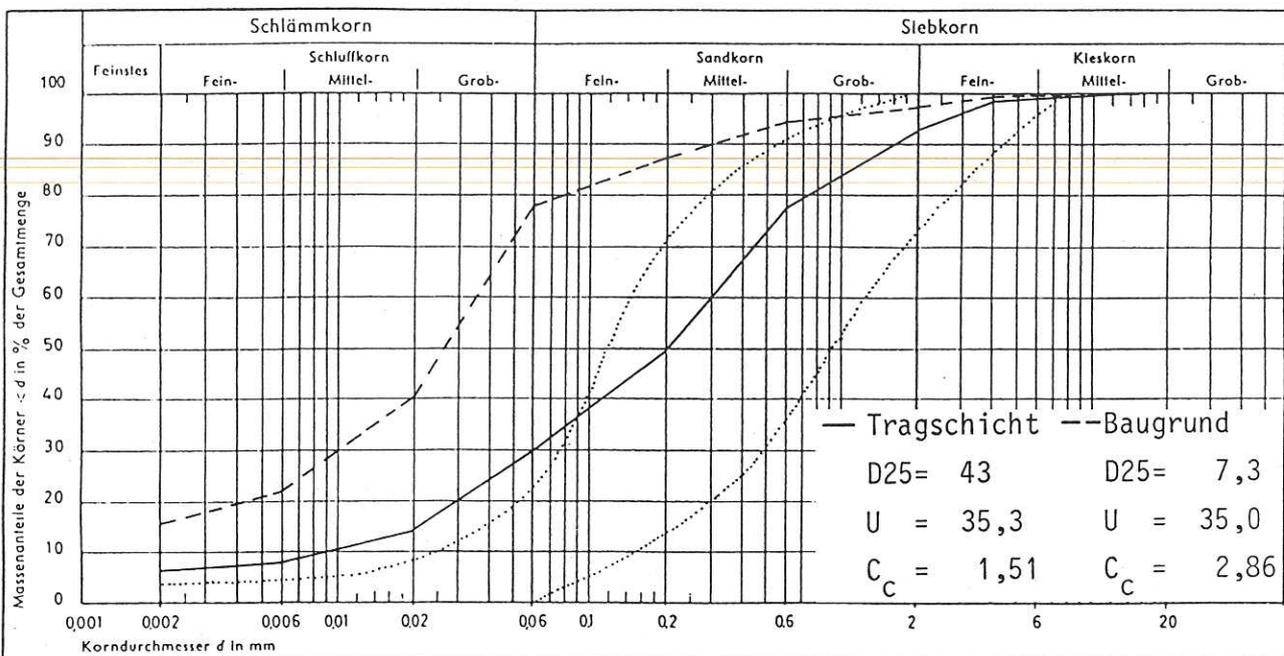


Abb. 10: Körnungslinien Wiesentheid

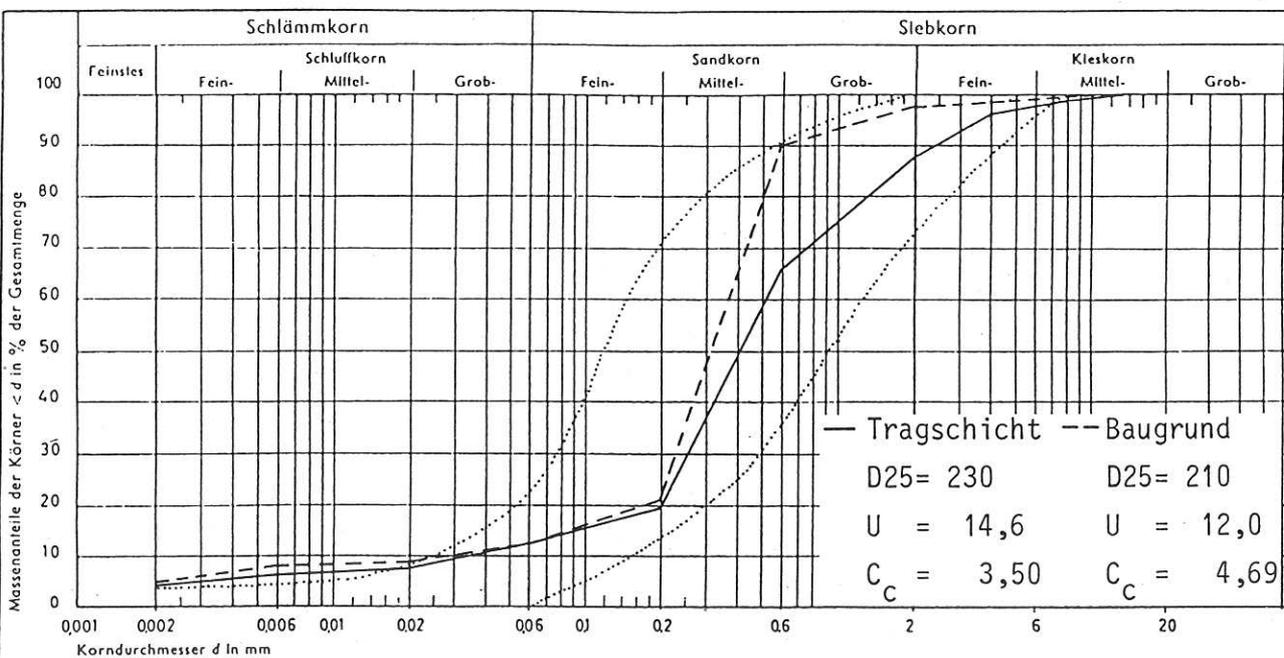
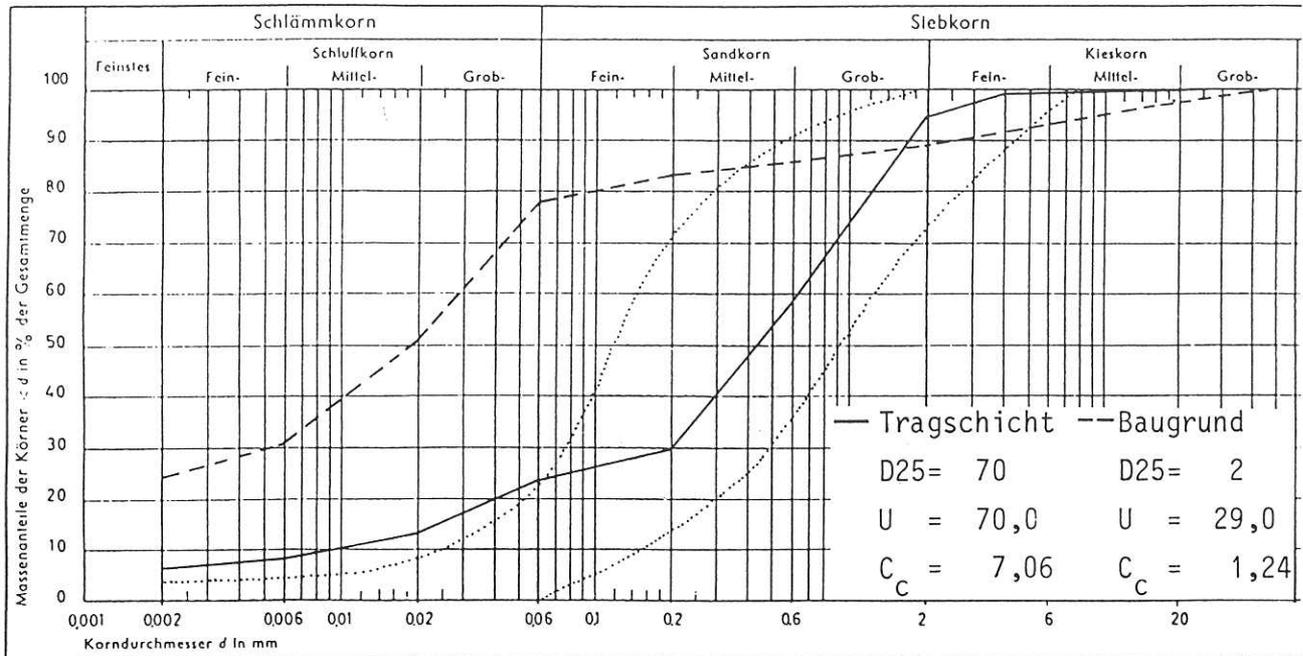


Abb. 11: Körnungslinien Remlingen



Demgegenüber ist die Dynamik des Gesamtporenvolumens in „Bellersheim“ (Intergreen B), „Wiesentheid“ (SRS) und „Remlingen“ (SRS) dadurch gekennzeichnet, daß im Herbst 1986 die niedrigsten Werte im Untersuchungszeitraum ermittelt wurden. In „Niedererlenbach“ (Intergreen A) ist ein Anstieg des Gesamtporenvolumens von Frühjahr 1986 zu Frühjahr 1987 zu verzeichnen.

Beim Baugrund ist — im Mittel über Plätze und Belastungsstufen — eine Abnahme des Gesamtporenvolumens von Frühjahr 1986 zu Frühjahr 1987 zu verzeichnen (Tab. 3). Jedoch sollte dem absoluten Wert von 1 Vol.-% keine allzu große Bedeutung zugemessen werden. Die signifikante Wechselwirkung Platz x Belastung liegt auch darin begründet, daß der Baugrund bei „Dornbusch II“ im Mittelfeld ein höheres Gesamtporenvolumen aufweist als im Strafraum, während sich in „Bellersheim“ im Strafraum ein signifikant höheres Porenvolumen nachweisen läßt. Insgesamt bestehen zwischen den Plätzen zum Teil beträchtliche Unterschiede, und zwar sowohl im Strafraum als auch im Mittelfeld, wobei in „Bellersheim“ und „Gedern“ die höchsten und in „Wiesentheid“ die niedrigsten Werte anzutreffen sind.

Tab. 3: Gesamtporenvolumen (Vol.-%) des Baugrundes

Platz	Belastung		Termin			
	S	M	F 86	H 86	F 87	●
F.-Dornbusch I	39,1	38,8	38,6	39,0	39,3	39,0
F.-Dornbusch II	37,1	40,2	39,5	39,4	37,1	38,6
Niedererlenbach	39,2	39,1	38,9	39,8	38,7	39,1
F.-Riederwald	35,4	35,1	35,2	35,9	34,6	35,3
Bellersheim	47,6	44,7	48,6	44,1	45,8	46,2
Gedern	47,2	45,1	48,9	44,8	44,7	46,1
Grünberg	39,9	40,6	41,0	40,0	39,8	40,2
Kirtorf	36,1	37,1	37,3	36,2	36,3	36,6
Wiesentheid	35,7	35,4	35,9	34,6	36,2	35,6
Remlingen	36,8	35,2	35,4	36,4	36,2	36,0
●	39,4	39,1	39,9	39,0	38,9	39,3

GD_{5%} Termin 0,87
GD_{5%} Platz x Belastung 2,24

3.2.2 Schnell dränende Grobporen (> 50 µm)

Für die schnell dränenden Grobporen in den Tragschichtsubstraten ergibt sich eine gesicherte Wechselwirkung Platz x Termin. Dies bedeutet, daß sich die Plätze zu den Untersuchungsterminen unterschiedlich verhalten. Während bei „Dornbusch I“ beim Herbsttermin 1986 gegenüber beiden Frühjahrsterminen signifikant höhere Anteile an Poren > 50 µm festgestellt werden, sind diese bei „Dornbusch II“ im Frühjahr 1986 niedriger als zu den beiden anderen Terminen (Tab. 4). Auf den Plätzen „Niedererlenbach“, „Riederwald“ und „Wiesentheid“ sind gesichert höhere Werte im Frühjahr 1987 gegenüber den beiden anderen Terminen erkennbar, wobei sich diese Aussage in „Remlingen“ auf das Frühjahr 1987 und den Herbst 1986 beschränkt. Die Intergreen B-Plätze lassen solche Differenzierungen über die Untersuchungsstermine nicht erkennen. Die schon beim ersten Termin vorliegenden Differenzierungen zwischen den Plätzen bleiben größtenteils über den Untersuchungszeitraum bestehen.

Die gleiche Interaktion Platz x Termin trifft auch für diesen Porengrößenbereich des Baugrundes zu. „Wiesent-

Tab. 4: Poren > 50 µm (Vol.-%) der Tragschicht

Platz	Belastung		Termin			
	S	M	F 86	H 86	F 87	●
F.-Dornbusch I	21,9	20,0	19,4	23,9	19,6	21,0
F.-Dornbusch II	11,1	13,1	8,9	14,5	12,9	12,1
Niedererlenbach	18,9	18,8	17,7	16,8	22,1	18,9
F.-Riederwald	14,8	14,8	12,8	13,5	18,0	14,8
Bellersheim	23,1	26,9	26,2	24,3	24,5	25,0
Gedern	21,0	19,8	20,8	19,2	21,2	20,4
Grünberg	20,1	18,8	17,7	20,1	20,6	19,5
Kirtorf	19,5	18,2	17,2	19,6	19,8	18,8
Wiesentheid	20,9	21,8	20,4	18,7	24,9	21,3
Remlingen	20,5	21,8	21,3	18,4	23,8	21,2
●	19,2	19,4	18,2	18,9	20,7	19,3

GD_{5%} Platz x Termin 3,88

heid“ weist gegenüber den anderen Plätzen an allen drei Terminen den höchsten Anteil an Poren >50 µm auf (Tab. 5), wobei diese Feststellung in den signifikant höheren Ausgangswerten dieses Baugrundes begründet liegt. Interessant ist die Entwicklung in „Niedererlenbach“. Hier ist vom Frühjahr zum Herbst 1986 ein Anstieg der schnell dränenden Grobporen um 6,6 Vol.-% zu verzeichnen. Alle übrigen Plätze zeigen keine nennenswerten Schwankungen zwischen den Terminen und unterscheiden sich bis auf die genannten Ausnahmen nur geringfügig voneinander. Als homogene Gruppe sind in diesem Zusammenhang die Intergreen B-Plätze „Bellersheim“, „Gedern“, „Grünberg“ und „Kirtorf“ herauszustellen. „Dornbusch I“, „Riederwald“ und „Remlingen“ können aufgrund der Größenordnung und Schwankungsbreite ebenfalls dieser Gruppe zugeordnet werden.

3.2.3 Langsam dränende Grobporen (10—50 µm)

Für die langsam dränenden Grobporen in den Rasentragschichten ergibt sich eine gesicherte Wechselwirkung Platz × Belastung × Termin. Folglich haben sich die Anteile der langsam dränenden Grobporen in den verschiedenen Belastungszonen der einzelnen Plätze im Untersuchungszeitraum unterschiedlich verändert. Signifikante Unterschiede zwischen den Belastungsstufen bestehen nur auf den Plätzen „Bellersheim“ im Herbst 1986, „Gedern“ im Frühjahr 1987 und „Wiesentheid“ im Frühjahr und Herbst 1986 (Tab. 6).

Bei Betrachtung der einzelnen Termine sind Differenzen im Porenanteil 10—50 µm bei „Riederwald“, „Bellersheim“ und „Gedern“ nachzuweisen. Auffallend sind in „Wiesentheid“ die hohen Werte zum Herbst 1986 im Strafraum und zum Frühjahr 1986 im Mittelfeld. Zwischen den Plätzen ist keine eindeutige Gruppierung zu erkennen.

Beim Baugrund ergeben sich gesicherte Wechselwirkungen der Faktoren Platz × Belastung und Platz × Termin. Neben den Unterschieden zwischen den Plätzen bestehen auch Differenzierungen zwischen den Belastungsstufen. So ist der Anteil der langsam dränenden Grobporen in „Bellersheim“ und „Gedern“ im Strafraum höher und in „Wiesentheid“ niedriger als im Mittelfeld (Tab. 7).

Eine Verringerung dieses Porenanteils ist, gemittelt über die Belastungszonen, bei „Dornbusch II“ und „Wiesentheid“ vom Frühjahr 1986 zu Frühjahr 1987 zu vermerken, während bei „Dornbusch I“ diese Verringerung schon im

Tab. 5: Poren >50 µm (Vol.-%) des Baugrundes

Platz	Belastung		Termin			●
	S	M	F 86	H 86	F 87	
F.-Dornbusch I	5,1	6,2	4,7	5,5	6,7	5,7
F.-Dornbusch II	10,1	12,9	11,7	12,3	10,5	11,5
Niedererlenbach	6,4	6,1	2,2	9,8	6,8	6,2
F.-Riederwald	4,0	4,5	3,4	4,5	4,9	4,3
Bellersheim	5,5	5,3	6,2	4,7	5,4	5,4
Gedern	5,8	4,2	4,5	5,1	5,5	5,0
Grünberg	3,7	2,6	3,7	2,8	3,0	3,2
Kirtorf	3,5	3,9	3,4	3,8	3,9	3,7
Wiesentheid	17,8	17,8	15,7	15,9	21,8	17,8
Remlingen	5,3	3,4	3,5	4,2	5,4	4,4
●	6,7	6,7	5,9	6,9	7,4	6,7

GD_{5%} Platz × Termin 2,64

Tab. 6: Poren 10—50 µm (Vol.-%) der Tragschicht

Platz	Belastung	F 86	H 86	F 87
F.-Dornbusch I	S	4,3	2,6	2,8
	M	2,7	3,3	3,0
F.-Dornbusch II	S	5,2	4,2	3,5
	M	5,6	4,7	3,4
Niedererlenbach	S	3,6	5,3	4,0
	M	4,8	4,8	3,7
F.-Riederwald	S	5,8	7,1	6,9
	M	5,7	8,6	4,4
Bellersheim	S	6,7	7,7	4,3
	M	8,6	4,7	5,6
Gedern	S	8,0	7,5	10,5
	M	8,1	9,0	7,8
Grünberg	S	4,6	5,4	5,9
	M	4,4	7,1	5,3
Kirtorf	S	6,9	7,7	6,0
	M	5,1	5,9	6,6
Wiesentheid	S	3,9	7,4	3,0
	M	7,3	4,1	2,5
Remlingen	S	2,8	4,4	4,9
	M	3,0	4,6	4,2

GD_{5%} Platz × Belastung × Termin 2,51

Herbst 1986 festgestellt wurde. Als relativ unanfällig gegenüber Veränderungen im Untersuchungszeitraum stellen sich die Intergreen B-Plätze heraus.

3.2.4 Mittelporen (0,2—10 µm)

Das in den Mittelporen gespeicherte Wasser wird als pflanzenverfügbares Wasser bezeichnet (MÜCKENHAUSEN, 1974; SCHEFFER u. SCHACHTSCHABEL, 1979). Für die Mittelporen der Rasentragschicht besteht eine signifikante Wechselwirkung Platz × Termin. Dieser Sachverhalt zeigt sich in den zum Teil gegenläufigen Entwicklungen einiger Plätze während des Untersuchungszeitraumes. In „Grünberg“ (Intergreen B) und „Remlingen“ (SRS) enthalten die Tragschichten im Früh-

Tab. 7: Poren 10—50 µm (Vol.-%) des Baugrundes

Platz	Belastung		Termin			●
	S	M	F 86	H 86	F 87	
F.-Dornbusch I	3,0	2,3	4,4	1,9	1,7	2,7
F.-Dornbusch II	4,8	4,5	5,4	5,6	3,1	4,7
Niedererlenbach	2,8	3,5	3,1	3,7	2,5	3,1
F.-Riederwald	3,2	3,2	3,4	3,6	2,7	3,2
Bellersheim	3,9	2,5	3,3	2,9	3,3	3,2
Gedern	2,9	1,6	2,0	2,2	2,5	2,2
Grünberg	1,9	2,0	1,9	2,0	1,9	1,9
Kirtorf	1,9	2,1	2,0	1,9	2,2	2,0
Wiesentheid	4,6	5,9	6,7	5,5	3,5	5,3
Remlingen	1,4	1,5	1,2	1,8	1,4	1,5
●	3,0	2,9	3,3	3,1	2,5	3,0

GD_{5%} Platz × Belastung 0,99

GD_{5%} Platz × Termin 1,21

jahr 1987 gesichert weniger pflanzenverfügbares Wasser als im Frühjahr 1986 (Tab. 8). Die Umkehrung dieser Aussage trifft für „Bellersheim“ (Intergreen B) zu. Eine Abnahme der Mittelporen vom Herbst 1986 zum Frühjahr 1987 ist bei den Intergreen A-Plätzen „Niedererlenbach“ und „Riederwald“ sowie in „Gedern“ (Intergreen B) zu beobachten. Die absolut höchsten Mittelporenanteile besitzt „Dornbusch II“, die gegenüber „Dornbusch I“, „Bellersheim“, „Kirtorf“, „Wiesentheid“ und „Remlingen“ zu allen Terminen gesichert sind.

Bei den Mittelporen im Baugrund zeigt sich ein etwas anderes Bild. Als Varianzursachen sind hier vor allem die Faktoren Platz und Termin zu nennen. Die gesichert höchsten Gehalte an pflanzenverfügbarem Wasser besitzen die Plätze „Grünberg“ und „Kirtorf“ (Tab. 9). Den niedrigsten Wert mit nur 9,0 Vol.-% nimmt „Wiesentheid“ ein. Der Einfluß des Probenahmetermins zeigt sich darin, daß im Herbst 1986 und Frühjahr 1987 niedrigere Mittelporenanteile als im Frühjahr 1986 zu finden sind.

3.2.5 Feinporen (<0,2 µm)

Die Bestimmung des nicht pflanzenverfügbaren Wassers erfolgte an gestörten Bodenproben. Die absoluten Werte sind getrennt nach Tragschicht und Baugrund dargestellt (Abb. 12). Der Anteil an Feinporen schwankt

Tab. 8: Poren 0,2–10 µm (Vol.-%) der Tragschicht

Platz	Belastung		Termin			
	S	M	F 86	H 86	F 87	●
F.-Dornbusch I	8,1	11,5	10,1	8,8	10,5	9,8
F.-Dornbusch II	13,6	15,1	14,0	14,7	14,4	14,3
Niedererlenbach	11,1	11,0	10,4	13,0	9,7	11,0
F.-Riederwald	9,5	11,6	9,6	13,6	8,5	10,6
Bellersheim	10,7	7,4	7,7	8,5	11,0	9,1
Gedern	9,8	10,3	9,5	12,3	8,4	10,0
Grünberg	9,2	9,7	11,6	8,8	7,9	9,4
Kirtorf	9,6	9,7	10,5	10,0	8,6	9,7
Wiesentheid	10,1	10,2	10,6	11,3	8,5	10,1
Remlingen	8,7	7,7	9,8	8,5	6,3	8,2
●	10,0	10,4	10,4	10,9	9,4	10,2

GD_{5%} Platz × Termin 3,29

Tab. 9: Poren 0,2–10 µm (Vol.-%) des Baugrundes

Platz	Belastung		Termin			
	S	M	F 86	H 86	F 87	●
F.-Dornbusch I	13,4	12,9	12,0	13,9	13,5	13,1
F.-Dornbusch II	12,2	13,4	13,0	11,9	13,5	12,8
Niedererlenbach	13,6	16,1	18,6	11,5	14,5	14,8
F.-Riederwald	14,6	15,7	15,9	15,3	14,2	15,1
Bellersheim	17,6	14,9	18,4	14,7	15,8	16,3
Gedern	14,4	15,9	19,3	13,3	12,8	15,2
Grünberg	21,1	19,2	20,4	20,1	19,9	20,1
Kirtorf	18,7	18,8	19,8	18,2	18,3	18,8
Wiesentheid	9,9	8,1	9,9	9,6	7,4	9,0
Remlingen	10,6	12,3	11,8	12,0	10,6	11,5
●	14,6	14,7	15,9	14,0	14,1	14,7

GD_{5%} Platz 2,03

GD_{5%} Termin 1,11

Tab. 10: Trockenraumgewicht (g/cm³) der Tragschicht

Platz	Belastung			Termin		
	S	M	F 86	H 86	F 87	●
F.-Dornbusch I	1,56	1,58	1,59	1,53	1,59	1,57
F.-Dornbusch II	1,57	1,48	1,57	1,47	1,53	1,53
Niedererlenbach	1,51	1,54	1,57	1,51	1,50	1,53
F.-Riederwald	1,59	1,51	1,62	1,47	1,57	1,55
Bellersheim	1,40	1,42	1,40	1,44	1,40	1,41
Gedern	1,48	1,49	1,50	1,46	1,50	1,49
Grünberg	1,49	1,49	1,53	1,46	1,49	1,49
Kirtorf	1,55	1,55	1,57	1,51	1,55	1,55
Wiesentheid	1,57	1,59	1,56	1,57	1,60	1,58
Remlingen	1,64	1,60	1,59	1,67	1,60	1,62
●	1,54	1,53	1,55	1,51	1,53	1,53

GD_{5%} Platz × Belastung 0,049

GD_{5%} Platz × Termin 0,060

in der Tragschicht zwischen 4,3 Vol.-% („Wiesentheid“) und 10,5 Vol.-% („Dornbusch II“). Der niedrigste Wert im Baugrund wurde in „Wiesentheid“ mit 3,6 Vol.-% und der höchste Wert in „Gedern“ mit 23,7 Vol.-% ermittelt.

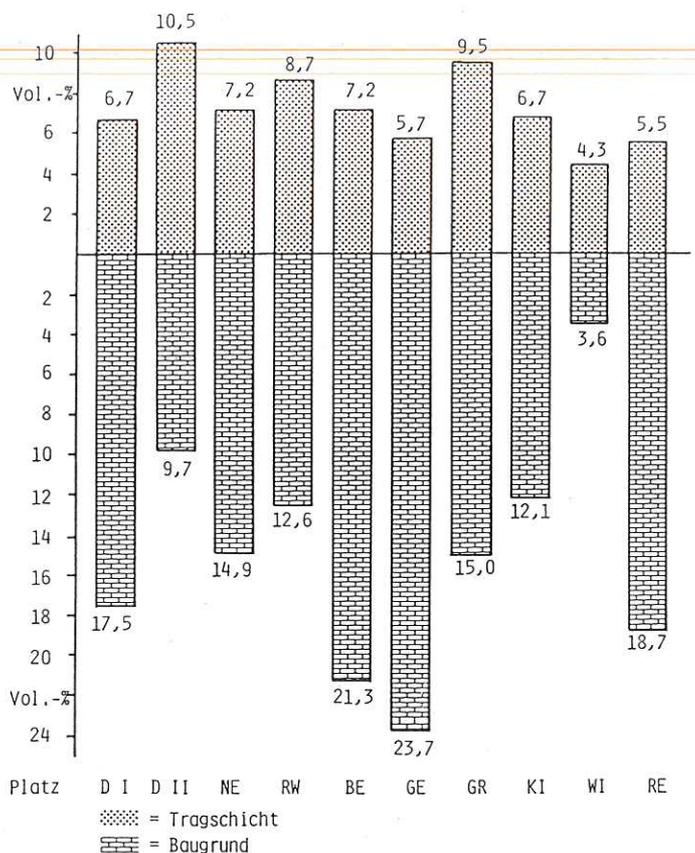


Abb. 12: Gehalt an nicht pflanzenverfügbarem Wasser (Vol.-%) in der Tragschicht und im Baugrund

- D I = F.-Dornbusch I
- D II = F.-Dornbusch II
- NE = Niedererlenbach
- RW = F.-Riederwald
- BE = Bellersheim
- GE = Gedern
- GR = Grünberg
- KI = Kirtorf
- WI = Wiesentheid
- RE = Remlingen

Bei der Wertung der Ergebnisse ist nicht nur die Korngrößenverteilung, insbesondere der Tonanteil, zu berücksichtigen, es besteht vielmehr auch eine enge Beziehung zwischen dem Gehalt an organischer Substanz und dem Feinporenanteil (MÜLLER-BECK, 1977). Diese Aussage wird durch die Ergebnisse in „Dornbusch II“ und „Wiesentheid“ bestätigt. Aufgrund der höheren Gehalte an organischer Substanz in den Tragschichten weisen diese, bei annähernd gleicher Korngrößenverteilung von Tragschicht und Baugrund im Feinteilbereich, höhere Anteile an nicht pflanzenverfügbarem Wasser auf.

3.3 Trockenraumgewicht

Für das Trockenraumgewicht der Tragschichtsubstrate bestehen signifikante Wechselwirkungen der Faktoren Platz \times Belastung und Platz \times Termin. Dies bedeutet, daß sich das Trockenraumgewicht der Plätze sowohl bei differenzierter Belastung als auch unter dem Einfluß der Zeit unterschiedlich verändert.

Eindeutig höhere Trockenraumgewichte im Strafraum wurden auf den beiden Intergreen A-Plätzen „Dornbusch II“ und „Riederwald“ festgestellt (Tab. 10). Tendenziell trifft dies auch für „Remlingen“ zu. Bei „Dornbusch I“, „Niedererlenbach“ und „Wiesentheid“ neigt dagegen die Tragschicht im Mittelfeld zu einem höheren Trockenraumgewicht. Die geringsten Unterschiede zwischen Strafraum und Mittelfeld zeigen die Intergreen B-Plätze. Zwischen den Plätzen bestehen zum Teil erhebliche Differenzen.

Eine Auflockerung während des Sommers 1986 ist auf allen Intergreen A-Plätzen sowie in „Grünberg“ und „Kirtorf“ zu beobachten. Zum Frühjahr 1987 ist dann auf diesen Plätzen teilweise eine Wiederverdichtung zu erkennen. In „Remlingen“ war die Entwicklung gegenläufig. Die signifikante Wechselwirkung Platz \times Belastung für das Trockenraumgewicht des Baugrundes weist darauf hin, daß die Differenzierungen zwischen den Belastungsstufen platzspezifisch sind. Höhere Trockenraumgewichte im Mittelfeld sind vor allem auf den Plätzen „Bellersheim“ und „Gedern“ deutlich ausgeprägt (Tab. 11). Bei „Dornbusch II“ liegen die Verhältnisse umgekehrt.

3.4 Wasserdurchlässigkeit

Wie schon im Methodenteil erwähnt, wurde die Wasserdurchlässigkeit der Plätze mit dem Doppelring-Infiltrometer gemessen. Bestimmt wurde die Leitfähigkeit der Aufbauten im wassergesättigten Zustand. Zum Herbst-

Tab. 11: Trockenraumgewicht (g/cm³) des Baugrundes

Platz	Belastung		Termin			
	S	M	F 86	H 86	F 87	●
F.-Dornbusch I	1,59	1,61	1,60	1,61	1,58	1,60
F.-Dornbusch II	1,66	1,56	1,57	1,61	1,65	1,61
Niedererlenbach	1,58	1,59	1,59	1,58	1,58	1,58
F.-Riederwald	1,66	1,65	1,65	1,65	1,67	1,66
Bellersheim	1,37	1,46	1,38	1,44	1,41	1,41
Gedern	1,36	1,45	1,37	1,43	1,42	1,40
Grünberg	1,58	1,57	1,57	1,59	1,57	1,58
Kirtorf	1,69	1,66	1,66	1,70	1,66	1,68
Wiesentheid	1,68	1,68	1,67	1,70	1,66	1,68
Remlingen	1,68	1,73	1,73	1,68	1,70	1,71
●	1,59	1,60	1,58	1,59	1,60	1,59

GD_{5%} Platz \times Belastung 0,062

termin 1986 in „Wiesentheid“ ist anzumerken, daß bis an die Oberkante der Rasentragschicht anstehendes Hangwasser eine Messung der Wasserdurchlässigkeit unmöglich machte.

Die signifikante Wechselwirkung Platz \times Termin besagt, daß sich die Plätze im Hinblick auf die Wasserdurchlässigkeit zu den einzelnen Meßterminen unterschiedlich verhalten. Gesichert höhere Durchlässigkeitswerte, gleichbedeutend mit einem niedrigen Zeitbedarf für die Versickerung einer bestimmten Wassermenge, bestehen gegenüber den beiden Frühjahrsterminen im Herbst 1986 in „Dornbusch I“ und „Gedern“ (Tab. 12). Hierzu gegensätzlich verhält sich der Platz in „Remlingen“ (SRS), der eine geringere Wasserabführung im Herbst 1986 aufweist. Ein starker Rückgang der Wasserdurchlässigkeit ist bei den Intergreen B-Plätzen „Bellersheim“, „Gedern“, „Grünberg“ und „Kirtorf“ im Frühjahr 1987 zu verzeichnen. Nahezu indifferent über den Untersuchungszeitraum verhalten sich die Intergreen A-Plätze „Dornbusch II“, „Niedererlenbach“ und „Riederwald“.

4. Diskussion

Die Ergebnisse der Korngrößenanalyse zeigen, daß auch bei „bodennahen Bauweisen“ nicht auf eine abgemagerte Rasentragschicht verzichtet wird. Diese muß die Belastungen des Spielbetriebes und der Pflegemaßnahmen auffangen und gepuffert an den Baugrund bzw. den anstehenden Oberboden abgeben. Die Rasentragschichtgemische der untersuchten Plätze sind aber bis auf zwei Ausnahmen in „Gedern“ und „Wiesentheid“ dadurch charakterisiert, daß ihre **Körnungslinien** besonders im Schluff- und Tonbereich außerhalb des in der DIN 18035, Blatt 4, vorgesehenen Grenzbereiches verlaufen. In diesem Zusammenhang sei nochmals darauf hingewiesen, daß die Tragschicht der Intergreen A-Bauweise aufgrund ihrer speziellen Herstellungsweise ein sehr heterogenes Gemisch darstellt. Dies zeigt sich auch darin, daß die Streuung der Einzelbeobachtungen um den Mittelwert für die Merkmale Porenraumgliederung und Trockenraumgewicht bei den Intergreen A-Plätzen über der der Intergreen B- und SRS-Plätze lag. So betrug beispielsweise der Variationskoeffizient (MUDRA, 1959) für den Parameter „Schnell dränende Grobporen“ bei den Intergreen

Tab. 12: Wasserdurchlässigkeit (min/10 mm)

Platz	Belastung		Termin			
	S	M	F 86	H 86	F 87	●
F.-Dornbusch I	22	21	27	7	30	21
F.-Dornbusch II	10	7	7	10	9	9
Niedererlenbach	12	9	8	10	14	11
F.-Riederwald	15	19	13	16	22	17
Bellersheim	20	10	8	11	27	15
Gedern	20	25	26	11	31	23
Grünberg	15	21	9	15	31	19
Kirtorf	46	38	32	36	58	42
Wiesentheid	8	9	8	—	9	8*)
Remlingen	20	23	12	38	14	21
●	20	19	16	17	26	20

GD_{5%} Platz \times Termin 12,3

*) Aufgrund der Möglichkeit, nur orthogonale Datensätze rechnen zu können, wurde der Platz in „Wiesentheid“ bei der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt. Ein Vergleich der Wasserdurchlässigkeit dieses Platzes mit der der anderen Plätze ist somit nur näherungsweise möglich.

A-Plätzen 32,4 % und bei den Intergreen B- und SRS-Plätzen nur 21,1 bzw. 20,3 %.

Das Ergebnis der Korngrößenverteilung läßt bei diesen heterogenen Gemischen keine Aussage über die räumliche Anordnung von feinteilreichen und feinteilarmen Zonen zu. Die beinahe identischen Körnungslinien von Tragschicht und Baugrund bei „Dornbusch II“ sind u. a. auf die hier festgestellte sehr hohe Regenwurmmaktivität zurückzuführen. Die mischende Tätigkeit dieser Bodenlebewesen sorgt für einen intensiven Stofftransport und -austausch zwischen Tragschicht und Baugrund. Zusätzlich haben die Regenwürmer auf diesem Platz einer Filzanhäufung an der Oberfläche entgegengewirkt. Die Körnungslinien des Baugrundes bzw. des unterhalb der Rasentragschicht anstehenden Oberbodens sind bis auf „Wiesentheid“ durch einen hohen Anteil an abschlämmbaren Teilen gekennzeichnet. Wegen der damit induzierten Verdichtungsanfälligkeit und der geringen Wasserleitfähigkeit sind diese Böden als Tragschichtsubstrate ungeeignet. Dies zeigen auch die geringen Mengen an Oberboden, die bei der Herstellung der Rasentragschichtgemische in „Bellersheim“ und „Remlingen“ verwendet wurden, sowie der völlige Verzicht dieser Komponente bei den Plätzen „Gedern“, „Grünberg“ und „Kirtorf“. Lediglich in „Wiesentheid“ konnte der sandreiche Oberboden mit 60 Vol.-% in die Mischung aufgenommen werden, ohne daß der Grenzbereich der Norm überschritten wurde. Diese hohen Anteile sind aber nur bei Vorhandensein eines geeigneten Bodens akzeptabel.

Um die Wasserabführung von der Oberfläche bis in den Baugrund und zu den Entwässerungseinrichtungen zu gewährleisten, sind die vorhandenen Schichten innerhalb eines Aufbausystems aufeinander abzustimmen (SKIRDE, 1978). Beim Übergang von einer Schicht zur anderen sollen die Eigenschaften beider Schichten zumindest angenähert werden. Bei der Intergreen B- sowie der SRS-Bauweise ist diese Annäherung zwischen der außerhalb der Spielfläche hergestellten Tragschicht und dem Baugrund bzw. dem Oberboden durch verzahnende Bearbeitungsmaßnahmen vorzunehmen, was jedoch augenscheinlich nicht festzustellen war. Beim Intergreen A-System erfolgt sie durch direktes Einmischen von Sanden in den Baugrund, womit eine zunehmende Vermagerung zur Rasendecke hin erreicht wird. Eine Untersuchung dieses Übergangsbereiches zwischen Tragschicht und Baugrund konnte wegen seiner Geringmächtigkeit mit den zur Verfügung stehenden Untersuchungsmethoden nicht vorgenommen werden. Die Ergebnisse der in der Arbeit vorgestellten Parameter „Wasserdurchlässigkeit“ und „Wurzelzahl“ lassen jedoch erkennen, daß kapillare Unstimmigkeiten zwischen den Schichten durch die vorgenommenen Maßnahmen offensichtlich vermieden wurden.

Das **Gesamtporenvolumen** der Tragschicht läßt bei den Intergreen A-Plätzen einen ausgeprägten Jahresgang erkennen. Im Herbst ist auf diesen Plätzen ein höheres Porenvolumen als in den beiden Frühjahren festzustellen. Dies dürfte zum einen auf die Aerifizierungsmaßnahmen, zum anderen aber auch auf einen Selbstauflockerungseffekt der heterogenen Gemische durch Quellung und Schrumpfung während des Sommers zurückzuführen sein. Diese Aussage weist auf eine gewisse Verdichtungsanfälligkeit dieser Plätze während extrem nasser Perioden sowie während des Winterspielbetriebes hin. Eine Sensibilität für Verdichtungen zeigt sich auch in der Tatsache, daß bei dieser Bauweise auf den Plätzen „Dornbusch II“ und „Riederwald“ Unterschiede zwischen den Belastungsstufen bestehen.

Bei den Intergreen B- und SRS-Plätzen lassen sich solche Einflüsse durch die Faktoren Belastung oder Zeit nicht beobachten. Dies dürfte in den homogeneren und teilweise sandreicheren Rasentragschichtgemischen dieser Plätze begründet liegen. Allerdings zeigt der Rückgang des Porenvolumens in „Remlingen“ zum Herbst 1986, daß auch sandreiche Tragschichten mit leicht über dem DIN-Grenzbereich liegenden Schlammkornanteil durch starke Benutzung während eines nassen Sommers bzw. Herbstes zu Verdichtungen neigen. Das Gesamtporenvolumen des Baugrundes ist durchschnittlich um etwa 3 Vol.-% niedriger als das der Tragschicht. Ursache hierfür ist eine stärkere Verdichtung bei höheren Schluff- und Tonanteilen.

Während des Untersuchungszeitraumes zeigen sich keine allzu großen Verschiebungen innerhalb dieses Merkmals, wenngleich auch die Ergebnisse eine Verringerung des Porenvolumens im Frühjahr 1987 gegenüber dem Versuchsbeginn (Frühjahr 1986) ausweisen. Tendenziell war diese Entwicklung schon im Herbst 1986 zu beobachten. Hier besteht ein möglicher Zusammenhang mit den überdurchschnittlich hohen Niederschlägen des Jahres 1986, die den Baugrund plastischer und somit verdichtungsanfälliger gemacht haben.

Bedeutungsvoller als das Gesamtporenvolumen ist die Porengrößenverteilung, da sie letztendlich den Wasser- und Lufthaushalt eines Bodens bestimmt (LINDNER, 1966). Die Wasserdurchlässigkeit sowie die Versorgung des Bodens mit Luft werden durch die **Poren > 50 µm** reguliert. Luftmangel tritt in der Regel bei weniger als 10—15 Vol.-% Poren > 50 µm auf; umgekehrt ist bei Überschreitung dieses Bereiches mit Wassermangel während Trockenperioden zu rechnen (RENGER, 1972). Diese Aussagen gelten jedoch nur dann, wenn eine Oberflächenversiegelung durch fein verteilte organische Substanz oder schluff- und tonreiche Materialien unterbleibt. Die Anteile an schnell dränenden Grobporen in den Tragschichten lassen hinsichtlich der Durchlüftung keine Probleme erwarten.

Als sehr stabil gegenüber zeitlichen Veränderungen erweisen sich bei diesem Parameter die Intergreen B-Plätze, die kaum Schwankungen während des Untersuchungszeitraumes erkennen lassen und die relativ hohen Anteile an schnell dränenden Grobporen in der Tragschicht beibehalten. Ein Einfluß der im Sommer 1986 durchgeführten Aerifizierungsmaßnahmen läßt sich auf diesen Plätzen nicht nachweisen. Bei den Intergreen A-Plätzen „Dornbusch I“ und „Dornbusch II“ hat jedoch das zweimalige Aerifizieren im Sommer 1986 zu einer wesentlichen Steigerung des Porenanteils > 50 µm beigetragen. In „Dornbusch II“ ist durch die Regenwurmmaktivität ein zusätzlicher Effekt bewirkt worden. Eine eindeutige Erklärung für die steigenden Anteile an Poren > 50 µm im Frühjahr 1987 bei den SRS-Plätzen sowie in „Niedererlenbach“ und „Riederwald“ kann nicht gegeben werden.

Zusammenfassend betrachtet, besitzen die „bodennahen Bauweisen“ mit annähernd 20 Vol.-% schnell dränenden Grobporen in der Tragschicht eine ausreichende Durchlässigkeit für Wasser und Luft. Diese Größenordnung korrespondiert gut mit den von LIESECKE u. SCHMIDT (1976), MEHNERT (1978) und MÜLLER-BECK (1977) ermittelten Werten für DIN-Plätze. Die Bedeutung der Regenwurmröhren — im Vergleich zu den Poren > 50 µm — für eine schnelle Wasserabführung wird bei „Dornbusch II“ deutlich.

Eine Fortsetzung der schnell dränenden Grobporen im Baugrund, in annähernd gleicher Höhe wie in der Tragschicht, ist nur bei „Dornbusch II“ und „Wiesentheid“

festzustellen. Während in „Dornbusch II“ die Poren $> 50 \mu\text{m}$ hauptsächlich auf der Schaffung von Sekundärporen durch die Regenwürmer beruhen, zeichnet hierfür in „Wiesentheid“ der sandige Oberboden mit seinen Primärporen verantwortlich. Auf diesem Platz ist die bereits in der Tragschicht festgestellte Erhöhung des schnell dränenden Grobporenanteils im Frühjahr 1987 auch im Baugrund zu verfolgen.

Die absolute Höhe dieses Porengrößenanteils dürfte mit 5 Vol.-% auf den anderen Plätzen ihren unteren Grenzwert schon unterschritten haben. Die hieraus resultierenden ungünstigen Eigenschaften des Baugrundes bzw. Oberbodens in bezug auf den Wasser- und Lufthaushalt konnten vor allem bei allen Intergreen B-Plätzen und in „Remlingen“ in Form reduktiver Verhältnisse festgestellt werden. Um mögliche Beeinträchtigungen der Wurzelentwicklung und des Bodenlebens in der Zukunft zu vermeiden, müßten Lockerungsmaßnahmen oder tiefreichende Aerifiziergänge auf diesen Standorten für eine bessere Durchlüftung sorgen.

Keine eindeutigen Tendenzen oder Schlußfolgerungen können aus den Anteilen der **langsam dränenden Grobporen ($10\text{—}50 \mu\text{m}$)** in der Tragschicht abgeleitet werden. Eine allgemein gültige Differenzierung zwischen den Belastungsstufen oder den Untersuchungsterminen, wie sie von anderen Autoren (MEHNERT, 1978; MÜLLER-BECK, 1977) für die Dränschicht-Bauweise nachgewiesen wurde, ist bei den „bodennahen Bauweisen“ nicht erkennbar. Diese Aussage trifft auch für den Baugrund zu, dessen Porenanteile $10\text{—}50 \mu\text{m}$ insgesamt auf einem niedrigeren Niveau als in der Tragschicht verlaufen.

Problematisch bei sehr durchlässigen Rasentragschichtgemischen ist ein für die Wasserversorgung der Pflanzen ausreichender Anteil an **wasserspeichernden Poren ($< 10 \mu\text{m}$)** (FRANKEN, 1975, 1976; LUKOWSKI, 1971, 1972; MOORMANN, 1971; SCHWARZ u. KARDOS, 1963). In der Tragschicht werden Anteile zwischen 12,8 Vol.-% („Wiesentheid“) und 24,8 Vol.-% („Dornbusch II“), im Baugrund zwischen 12,6 Vol.-% („Wiesentheid“) und 38,9 Vol.-% („Gedern“) erreicht. Addiert man zu diesen Werten noch die Anteile an langsam dränenden Grobporen ($10\text{—}50 \mu\text{m}$) hinzu und erhöht das Ergebnis um 30 %, wie es MÜCKENHAUSEN (1974) zur Vergleichbarkeit der Feldkapazität ($pF\ 1,8$) mit der maximalen Wasserkapazität vorschlägt, so wird die in der DIN 18035, Blatt 4, geforderte Mindest-Wasserkapazität von 35 Vol.-% in den Tragschichten der untersuchten Plätze in der Regel nicht erreicht. Führt man diesen Rechengang mit den entsprechenden Werten des Baugrundes durch, so erfüllt dieser, bis auf „Wiesentheid“, die Norm-Anforderungen für die Rasentragschicht.

Eine Verbesserung der Situation in den Tragschichten ließe sich durch vermehrte Verwendung von offenporigem Lavasand oder wasserspeichernden Zuschlagstoffen erreichen. Eine Erhöhung des Anteils an organischer Substanz ist nicht ratsam, da diese zwar ein Vielfaches ihres Eigengewichtes an Wasser speichern kann (SCHEFFER u. SCHACHTSCHABEL, 1979), jedoch bei ihrem Abbau ein Rückgang der Wasserdurchlässigkeit zu erwarten ist (FRANKEN, 1975; SKIRDE, 1973a, 1973b). Ein Kompromiß zwischen Durchlässigkeit und Wasserspeicherung sollte aus Gründen der Beispiel- und Belastbarkeit zugunsten der Wasserdurchlässigkeit gefunden werden (FRANKEN, 1975).

Für die Wasserversorgung der Pflanzen entscheidend ist nicht der Anteil aller wasserspeichernden Poren, sondern nur der **Mittelporenanteil ($0,2\text{—}10 \mu\text{m}$)**. In diesem wird das Wasser gespeichert, das die Pflanzenwurzeln aufnehmen können (MÜCKENHAUSEN, 1974; SCHEFFER

u. SCHACHTSCHABEL, 1979). Die Tragschichten der Plätze enthalten zwischen 8 und 14 Vol.-% pflanzenverfügbares Wasser. Etwa 5 Vol.-% mehr Wasser als die Tragschicht speichert durchschnittlich der Baugrund. Besonders der Baugrund der Intergreen B-Plätze kann wegen seines höheren Mittelporenanteiles den Pflanzenwurzeln in Trockenperioden verstärkt Wasser und somit auch die darin gelösten Nährstoffe nachliefern. Sehr geringe Unterschiede zwischen Baugrund und Tragschicht in der Speicherfähigkeit an pflanzenverfügbarem Wasser bestehen bei den Intergreen A- und den SRS-Plätzen. Dies wird durch die unterschiedlichen Anteile an wasserspeichernden Poren ($d < 10 \mu\text{m}$) und Feinporen ($d < 0,2 \mu\text{m}$) in Tragschicht und Baugrund hervorgerufen, die letztendlich eine Angleichung der Mittelporenanteile bewirken.

Zusammenfassend betrachtet, läßt sich aus dem Anteil an Mittelporen die Schlußfolgerung ableiten, daß bei den „bodennahen Bauweisen“ pflanzenbauliche Vorteile gegenüber anderen Bausystemen in bezug auf die Wasser- und Nährstoffversorgung der Pflanzen nur dann erreicht werden können, wenn der Baugrund von den Wurzeln erreicht und aufgeschlossen werden kann. Bei einer angenommenen Tragschichtdicke von 10 cm, einige der untersuchten Rasensportplätze besitzen nur eine 6 cm starke Rasentragschicht, können unter den ermittelten Verhältnissen etwa 10 l pflanzenverfügbares Wasser pro m^2 gespeichert werden. Geht man von einem durchschnittlichen Verbrauch von 3 l/m^2 und Tag aus, an sehr heißen Tagen kann dieser bis auf 7 l/m^2 ansteigen (SKIRDE et al., 1980), so treten spätestens nach 3—4 Tagen Welkeerscheinungen ein. Die Erschließung des Baugrundes durch das Wurzelwerk und das Wassernachlieferungsvermögen durch kapillaren Aufstieg können eine rasch einsetzende Schädigung der Pflanzen durch Wassermangel vermeiden helfen. Dieser pflanzenbauliche Aspekt wird erweitert durch eine Verringerung der Zusatzbewässerungsintensität und durch bessere Ausnutzung der natürlichen Niederschläge. Die in der Regel sehr durchlässigen, geringmächtigen Rasentragschichten sind hierzu allein nicht in der Lage.

Die Ermittlung der maximalen Wasserkapazität nach DIN 18035, Blatt 4, liefert zwar einen Anhaltspunkt zur Beurteilung der Wasserspeicherfähigkeit eines Substrates, jedoch ist die praxisrelevante, den Pflanzen zur Verfügung stehende und aufnehmbare Wassermenge nur bei Berücksichtigung des Totwasseranteils und genauer Aufgliederung der Porengrößenverteilung zu erreichen. Zur Festlegung geeigneter und aussagefähiger Grenzwerte sollten daher Stechzylinderuntersuchungen zur Beschreibung der Substrateigenschaften mit hinzugezogen werden. Problematisch bei dieser Forderung dürfte vor allem die Laboruntersuchung eines Tragschichtgemisches bei der Intergreen A-Bauweise sein, da durch die Heterogenität innerhalb des Substrates, bedingt durch größere Oberbodenaggregate, kleine Probenmengen für Stechzylinder- oder Proctoruntersuchungen die Eigenschaften des Gesamtsystems nur bedingt charakterisieren.

Ein Einfluß unterschiedlicher Belastung sowie der Untersuchungstermine auf das **Trockenraumgewicht** ist bei den meisten Plätzen in „bodennaher Bauweise“ nicht nachweisbar. Lediglich die bereits beim Gesamtporenvolumen festgestellten geringeren Gehalte im Strafraum bei „Dornbusch II“ und „Riederwald“ dokumentieren sich auch in einem höheren Trockenraumgewicht in der Tragschicht unter stärkerer Belastung. Dieser Effekt setzt sich bei „Dornbusch II“ auch im Baugrund fort. Eine mögliche Selbstauflockerung während der Vegeta-

tionsperiode spiegelt sich in den geringeren Trockenraumgewichten der Tragschichten bei diesen Plätzen zum Herbst 1986 wider.

Nach DIN 18035, Blatt 4, sollen Rasentragschichten im benutzten Zustand einen Durchflußwert von 50 l/m² und Stunde (= 12 min/10 mm) nicht unterschreiten. Dieser Wert wird nur von den Plätzen „Dornbusch II“, „Niederlerlenbach“ und „Wiesentheid“ erreicht. Die übrigen Plätze weisen im gesättigten Zustand eine **Wasserdurchlässigkeit** von 20–40 l/m² und Stunde auf, wobei diese in „Kirtorf“ im Frühjahr 1987 nur noch etwa 10 l/m² und Stunde beträgt. Bei der Beurteilung dieser Meßgröße ist ein direkter kausaler Zusammenhang mit den Anteilen an schnell dränenden Grobporen (> 50 µm) nur vereinzelt abzuleiten. Vielmehr dürfte die negative Beeinflussung der Durchlässigkeit hauptsächlich in der Ausprägung oberflächennaher Störschichten zu sehen sein. An erster Stelle steht dabei die Anhäufung von Rasenfilz. Die Intergreen A-Plätze besitzen bis auf „Dornbusch I“ eine maximal 5 mm starke Filzschicht; diese Tatsache läßt auf eine gute biologische Aktivität in den Tragschichten dieser Bauweise schließen, die sich z. B. in einer stärkeren Regenwurmmaktivität als bei den übrigen Plätzen zeigte. Besonders bei „Dornbusch II“ tragen die Regenwurmröhren wesentlich zu einer gleichbleibenden vertikalen Wasserabführung bei, da von der Korngrößenzusammensetzung der Rasentragschicht her eigentlich eine viel geringere Wasserdurchlässigkeit zu erwarten gewesen wäre.

Der positive Einfluß des Aerifizierens zeigt sich in der höheren Durchlässigkeit im Herbst 1986 bei „Dornbusch I“.

Ein Wasserstau in der etwa 10 mm starken Filzaufgabe konnte somit vermieden werden. Die Stärke des Rasenfilzes auf den Intergreen B-Plätzen betrug in der Regel etwa 10–20 mm. Anscheinend reicht auf diesen stark vermagerten Substraten die biologische Aktivität, hier ist auf das Fehlen von Regenwürmern hinzuweisen, nicht aus, um die anfallende organische Substanz abzubauen. Diese Vermutung wird durch Untersuchungen von HABEGGER (1978) untermauert. Auf den 1984 gebauten SRS-Plätzen betrug die Rasenfilzanhäufung nur wenige Millimeter und hatte keinen Einfluß auf die Wasserdurchlässigkeit. Die geringe Permeabilität zum Herbst 1986 in „Remlingen“ spiegelt sich im Rückgang der Poren > 50 µm wider. Eine Verdichtung dieses Substrates bei starker Nutzung unter den ungünstigen Witterungsbedingungen des Jahres 1986 ist nicht auszuschließen.

Aus diesen Feststellungen ist abzuleiten, daß die Wasserdurchlässigkeit der untersuchten Plätze im Regelfall zwar nicht den in der Norm festgelegten Grenzwert erreicht, jedoch unter den normalerweise in unserem Klimaraum vorherrschenden Witterungsbedingungen ausreichend erscheint. Niederschlagsereignisse von über 20 mm/h (= l/m²/h) sind relativ selten und regional sehr verschieden. Eine allgemeingültige Mindestanforderung aus solchen Extremen abzuleiten, ist wenig sinnvoll. Andererseits dürfen dabei aber die Beziehungen zwischen dem Anteil an abschlämmbaren Teilen ($d \leq 0,02$ mm), der Belastungsintensität und der Wasserdurchlässigkeit auch nicht ganz außer acht gelassen werden, wobei der Lage, Größe und Stabilität der Bodenaggregate in der Tragschicht offensichtlich eine wesentliche Bedeutung zukommt.

Ferner ist bei den ermittelten Ergebnissen zu beachten, daß das kurzfristige Wasserschluckvermögen noch etwas höher als die Wasserdurchlässigkeit liegen kann, da ein trockener Boden bei Niederschlägen zunächst einen Teil des Wassers speichert und erst dann das über-

schüssige Wasser ableitet. Voraussetzung hierfür ist natürlich die Beseitigung des Rasenfilzes oder anderer Störschichten. Diese Mängel gehen aber nicht zu Lasten des Bausystems, sondern sind in erster Linie auf mangelnde Pflege zurückzuführen. Aerifizieren, Vertikutieren und Besanden gehören folglich auch bei „bodennahen Bauweisen“ neben Mahd und Düngung zum Standardpflegeprogramm. Auf die Hilfe der Regenwürmer beim Filzabbau und bei der Schaffung wasserableitender Sekundärporen sollte nach Möglichkeit nicht verzichtet werden. Der durch die Regenwurmausscheidungen hervorgerufenen Anreicherung von Feinteilen an der Spielfeldoberfläche (BAKER, 1981; KNIERIEMEN, 1982) und der damit verbundenen Beeinträchtigung der Infiltration und Bespielbarkeit kann durch periodische Besandungen entgegengewirkt werden.

Anhand der vorliegenden Ergebnisse kann festgestellt werden, daß alle untersuchten Plätze im wesentlichen die bodenphysikalischen Anforderungen erfüllen, die an belastbare Rasenflächen gestellt werden.

Jedoch lassen sich zwischen den Bauweisen einige funktionsbestimmende Differenzierungen aufzeigen. So besitzen insbesondere die Intergreen A-Plätze einen gewissen Jahresgang der bodenphysikalischen Eigenschaften. Dies ist nicht unbedingt negativ zu bewerten, da die Substrate auftretende Veränderungen durch ihre Eigendynamik wieder ausgleichen können. Gerade die Plätze dieser Bauweisen sind, trotz relativ hoher Schluff- und Tonanteile in der Tragschicht, ausdauernd wasserdurchlässig; sie neigen kaum zur Rasenfilzbildung. Dies trifft auch für die SRS-Plätze zu, wobei hierbei allerdings noch das Alter der Plätze berücksichtigt werden muß. Der stärkeren Filzbildung auf den Intergreen B-Plätzen ist mit entsprechenden Pflegemaßnahmen entgegenzuwirken.

VERFASSER: Dr. agr. H. Nonn und Prof. Dr. H. Franken, Institut f. Pflanzenbau, Katzenburgweg 5, 5300 Bonn 1

**Im nächsten Heft, Rasen 2/88:
II. Vegetationstechnische Werte
Literaturverzeichnis**

Umweltfreundliche Sportstätten

Fachtagung des BDLA und des Ministeriums für Kultus und Sport Baden-Württemberg in Hohenheim

Der Bund Deutscher Landschaftsarchitekten Landesgruppe Baden-Württemberg hatte zusammen mit dem Ministerium für Kultus und Sport des Landes zu einer gemeinsamen Fachtagung am 24. Februar 1988 in das Hohenheimer Schloß eingeladen. Trotz widriger Witterungsumstände kamen mehr als 100 Vertreter der Kommunen, Sportverbände, Vereine und einschlägiger Firmen sowie Landschaftsarchitekten zu einer aktuellen Veranstaltung, die der sehr rührige Geschäftsführende Vorsitzende des BDLA Baden-Württembergs, Dipl.-Ing. (FH) Lehnhoff, leitete. Im Grußwort wies der Vizepräsident der Universität Hohenheim, Prof. Dr. Haubold, auf die bisherigen 20 (jährlich stattfindenden) Umwelttagungen und die Forschungsaktivitäten in bezug auf Rasen am Lehrstuhl für Grünlandlehre im Institut für Pflanzenbau hin. Schon 1977 wurde die Studie „Freiräume in Verdichtungsgebieten“ erstellt, und bei der 19. Hohenheimer Umwelttagung wurde das Thema „Ökologische Probleme in Verdichtungsgebieten“ behandelt. Dabei wurde von Hohenheimer Wissenschaftlern auch über Aufgaben und Eignung der Sportrasenfläche in Verdichtungsgebieten berichtet.

Eröffnet wurde die Veranstaltung durch den Staatssekretär des Ministeriums für Kultus und Sport, Prof. Dr. Balle, mit dem Leitsatz: Wir wollen die Umwelt schützen, ohne den Sport zu verdrängen. Die Devise lautet: Ausbau geht vor Neubau, um weiteren Landverbrauch zu vermeiden. Die umweltfreundliche Gestaltung von Sportan-

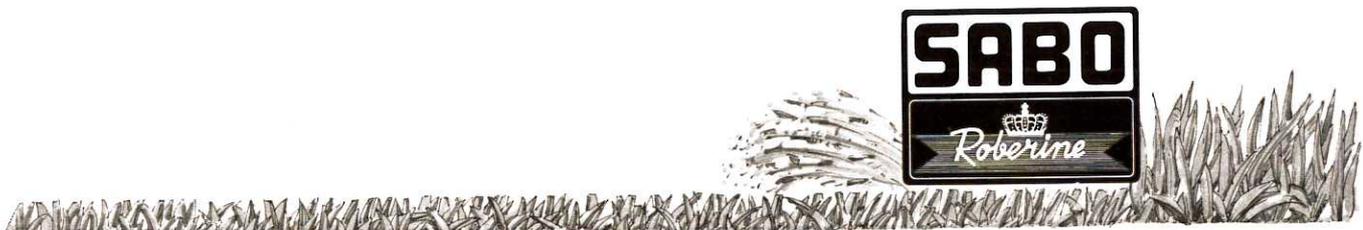
lagen soll durch Landesmittel zusätzlich gefördert werden. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Erziehung in den Schulen zu umweltgerechtem Verhalten beim Sport in der Natur.

Der Referateteil enthielt interessante Beiträge aus Wissenschaft, Verwaltung und Praxis. Prof. Schreiber von der Fachhochschule Nürtingen sprach über „Bedingungen einer ökologisch orientierten Planung von Sportanlagen“. Sport ist größtenteils anlagegebunden und verändert dadurch die zu schützende und pflegende Landschaft. Durch verantwortungsbewußte Planungen sind die Konflikte zu mindern. Bei der Ermittlung des Bedarfes sind zu bevorzugen Sportarten mit geringeren Nettoflächen, um den Landschaftsverbrauch zu drosseln, Sportarten mit geringen Anforderungen an bauliche Intensität, geringen Emissionen, hoher Benutzerfrequenz und Sportarten, die keinen kommerziellen Anreiz ausüben. Die staatliche Förderung sollte sich nicht nur nach der Norm richten. Bei der Standortplanung sind ökologische Belange zu berücksichtigen. Schon im Planungsstadium ist eine Umweltverträglichkeitsprüfung vorzunehmen.

„Umweltverträglichkeit einzelner Sportarten“ war das Thema des erfahrenen Garten- und Landschaftsarchitekten Dipl.-Ing. Grohs aus Essen. Er machte an einigen Beispielen deutlich, wie schwierig es ist, sowohl subjektive als auch objektive Kriterien für Umweltverträglichkeit der sehr vielfältigen sportlichen Disziplinen in verglei-

Lassen Sie's uns kurz machen!

In der Kommune, im Garten- und
Landschaftsbau, in der Golf- und Sportplatzpflege,
bei den Amateuren und Hobbygärtnern.
Die Rasenpflegemaschinen von SABO-Roberine.



SABO-Maschinenfabrik Aktiengesellschaft · Postfach 31 03 93 · 5270 Gummersbach 31 · Telefon (0 22 61) 704-0 · Telex 884 526

chende Parameter einfließen zu lassen. Es wird an die Eigenverantwortlichkeit der Sporttreibenden appelliert sowie der Dialog mit den Vereinen gefordert, um über die Notwendigkeit umweltverträglichen Verhaltens aufzuklären.

In der bekannten, didaktisch hervorragenden Art referierte Prof. Pätzold von der Fachhochschule Osnabrück über „Umweltverträgliche Sportbauweisen“. Die früher übliche rein technische Betrachtungsweise wird mit einer umweltbewußten Planung, in der die Belastungswirkungen differenziert werden, verbunden. Hohe Nutzungsanforderungen erfordern allerdings ein technisches Bauwerk, und Einfachbauweisen müssen einer Prüfung auf tatsächliche Verwendbarkeit standhalten. Er ging auf bodennahe Bauweisen und wesentlich verminderte „Stickstoff-Bevorratung“ von Sportrasenflächen ebenso ein wie auf Renovationsmaßnahmen und Entsorgungsschwierigkeiten beim Ausbau gealterter Tennenanlagen.

Prof. Riese von der Universität Essen behandelte die zwei Themen „Sportanlagen und Umweltwechselbeziehungen“ und „Sportanlagen im ländlichen Raum — Chancengleichheit und Risiko“, die — temperamentvoll vorgetragen — große Beachtung fanden. Als bedeutsam hob er die standortbezogene Prüfung der Gestaltverträglichkeit von Sportanlagen im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung hervor. Für zukünftige Planungen sehr interessante Tendenzen in bezug auf Organisation, Mitglieder und Sportdisziplinen im ländlichen Raum wurden anschaulich aufgezeigt (Mitgliederzuwachs hauptsächlich Jugendliche und Frauen).

Staatssekretär Ruder vom Innenministerium und stellvertretender Präsident des Badischen Sportbundes Freiburg hielt ein ausführliches Referat aus der Sicht der Sport selbstverwaltung: „Sport für alle — Forderungen an die künftige Sportstättenplanung“. Auch er betonte, daß sich die Zusammensetzung ändern wird: mehr Frauen und ältere Männer, höhere Anzahl ausländischer Jugendlicher. Dadurch ist eine zunehmende Differenzierung der Nachfrage nach Freizeitangeboten festzustellen. Als erstes Bundesland hat Baden-Württemberg eine zentrale Anlaufstelle für Sport- und Umweltfragen im Ministerium für Kultus und Sport eingerichtet, die bei entstehenden Konflikten zwischen Sport- und Umweltinteressen vermittelnd wirken soll. Selbstbeschränkungskonzepte müssen weiter ausgebaut werden, andererseits sollten Sportvertreter bei Festlegungen von Schutzgebieten beteiligt werden. Weiterhin sollen nach einem Antrag des Landes Baden-Württemberg im Bundesrat die Baunutzungsverordnung überprüft, die Vorschriften ver-

einfacht und das Planungsermessen für die Gemeinden erweitert werden.

Aus der Sicht des Praktikers referierte der Garten- und Landschaftsarchitekt Dipl.-Ing. Becsei, Tübingen, über „Sportanlagen in Ballungsgebieten — Sportplatz um die Ecke“. An Hand von Dias und Folien stellte er Beispiele für Erweiterungen von Sportanlagen in Verdichtungsräumen bei häufig fehlenden Erweiterungsflächen unter Berücksichtigung von Umweltbedingungen vor.

Die anschließend von Herrn Lehnhoff souverän geführte Podiumsdiskussion und der Erfahrungsaustausch mit den Referenten und Vertretern des Umweltministeriums Baden-Württemberg, des Verbandes Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau sowie des Bundes Deutscher Landschaftsarchitekten zeigte noch einmal die Bedeutung der vorausschauenden Planungen im Sportstättenbau unter Berücksichtigung einer schonend zu behandelnden Umwelt aus der Sicht verschiedener Interessengruppen. Zum großen Teil fehlen beweissichere Grundlagen für umweltfreundlichen Sportstättenbau. Deshalb war der Wunsch nach jährlicher Fortführung dieser für den Umweltschutz im Sport förderlichen Veranstaltung in Hohenheim nur allzu verständlich.

H. Schulz, Hohenheim

Rasenseminar in Walsrode der Deutschen Rasengesellschaft Bonn

Die Deutsche Rasengesellschaft (DRG) wird vom 5. bis 6.5.1988 ihr 58. Rasenseminar zum Leitthema „Dünnschichtige Vegetationsflächen“ in Walsrode veranstalten. Dabei soll das Rasendach ebenso behandelt werden wie das Moosdach bzw. das Kräuterdach. Den Einstieg zu dieser Thematik bilden Besichtigungen des Bundessortenamtes (Leitung Dr. Beuster), diverse Versuche zur Extensivbegrünung im Institut für Grünplanung und Gartenarchitektur der Universität Hannover unter der Leitung von Prof. Dr. Liesecke sowie die Demonstration diverser Dachbegrünungen bei Blockhäusern in Hannover-Bothfeld. Zwei Referate zu diesem Thema, gehalten von B. Krupka, Bad Pyrmont, und Dr. Kolb, Veitshöchheim, runden das Seminar ab.

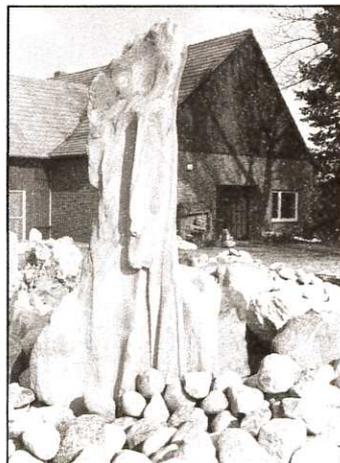
Die Tagungsgebühr beträgt für DRG-Mitglieder DM 130,— und für Nichtmitglieder DM 160,—. Das Detailprogramm ist auf Anfrage zu erhalten bei der Deutschen Rasengesellschaft, Godesberger Allee 142—148, 5300 Bonn 2, Tel.: 0228/8 100229.

Im Rahmen dieses Rasenseminars findet auch die diesjährige Mitgliederversammlung der DRG statt.

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.



1000 Findlinge, alle Größen zur Auswahl

Schwedische Rollkiesel
bis 1000 mm ϕ ,
Alpenkies
bis 300 mm ϕ ,
Marmorkies
bis 100 mm ϕ ,

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

QUARZSAND
mehrfach gewaschen in verschiedenen Körnungen zum Besanden des Rasens.

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

Bundessymposium „Grünentwicklung für den ländlichen Raum“

„Grünentwicklung für den ländlichen Raum — Chancen einer neuen Agrarpolitik“ war das Thema, das vom 24. bis 25. Februar rund 500 Interessierte nach Freising-Weihenstephan führte. Im Rahmen der Europäischen Landkampagne hatte die Arbeitsgemeinschaft für Landschaftsentwicklung (AGL) gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Landschaftsarchitektur und Planung der TU München-Weihenstephan zur Diskussion über die künftige Agrarpolitik eingeladen.

Hintergrund dafür war die Erkenntnis, daß Veränderungen in der Landwirtschaft nicht nur die Landwirte betreffen, sondern ebenso den Berufsstand der Landespflege, der von der Planung über die Ausführung und Pflege bis hin zur Produktion der Pflanze mit dem Grün und der Landschaft befaßt ist. Und sie betreffen weit darüber hinaus die Lebensgrundlage von uns allen, von Mensch, Tier und Pflanze. Intensivierung oder Extensivierung der landwirtschaftlichen Produktion wirkt sich unmittelbar auf den Boden, das Grundwasser, das Artenspektrum und das Landschaftsbild aus.

Die derzeitige Diskussion über die Landwirtschaftspolitik birgt die ungeheure Chance für eine positive Entwicklung der Landschaft in sich.

Besondere Bedeutung erhielt die Veranstaltung dadurch, daß es erstmals gelang, sowohl bei den Referenten als auch bei den Zuhörern über den Kreis der „Insider“ der Landespflege hinauszuwirken. Angesichts der Tatsache, daß sinnvolle, standortbezogene Entwicklungskonzepte für Flächenstilllegung und Extensivierung nur in Zusammenarbeit zwischen Landespflege und

Landwirtschaft erarbeitet werden können, kann dies sicher nicht hoch genug eingeschätzt werden.

Die Ergebnisse dieses Bundessymposiums werden in den nächsten Wochen ausgewertet und können dann Interessierten zur Verfügung gestellt werden.

Gräserbestimmungsschlüssel für die häufigsten Grünland- und Rasengräser

Von Ernst Klapp und Wilhelm Opitz von Boberfeld. 3. Aufl. 1988, 80 Seiten mit 100 Zeichnungen. 23 DM. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.

Der bewährte Bestimmungsschlüssel von Klapp für Gräser im nichtblühenden und blühenden Zustand ist von Opitz von Boberfeld zum Nutzen der Interessenten überarbeitet und ergänzt worden und liegt jetzt mit einem die Handhabung vereinfachenden Randregister in 3. Auflage vor. Wie schon in der 2. Auflage von Boeker begonnen, ist der Rasenteil nach den derzeitigen Erkenntnissen erweitert und entsprechend den Empfehlungen für die Regel-Saatgut-Mischungen auf den neuesten Stand gebracht worden. Als neue Zeichnungen sind die für den Rasen wichtigen Arten *Phleum bertolonii* und *Poa supina* enthalten. Dem Bestimmungsschlüssel ist eine weiterhin weite Verbreitung zu wünschen und kann uneingeschränkt empfohlen werden, wenn auch der Preis zunächst einige Interessenten abschrecken wird. Dafür ist das Büchlein allerdings auch erweitert und verbessert; denn die erste Auflage 1963 enthielt 52 Seiten und war für 8,— DM zu haben, in der zweiten Auflage waren für 57 Seiten 12,80 DM zu zahlen.

H. Schulz, Stuttgart-Hohenheim

BEWEISEN 13 HYGROMIX RASENPLÄTZE IN ASCHAFFENBURG NICHT GENUG?

Naturrasen ist ein idealer Sportboden. Doch seine Tragschicht wird ortsgemischt ein Risiko. Deshalb entwickelten wir vor 12 Jahren HYGROMIX als erste Fertigtragschicht. HYGROMIX Rasenplätze bewähren sich seither als zuverlässiges Fertigmotiv. Risikolos zu bauen und für harten Dauerbetrieb geeignet. Gute Gründe also, allein in Aschaffenburg 13 HYGROMIX Rasenplätze anzulegen.

1. Schillerstraße	7.500 m ²	(1977)
2. Berliner Allee	7.500 m ²	(1977)
3. Schweinheim	7.500 m ²	(1978)
4. Milkheim Großostheimer Str.	8.000 m ²	(1979)
5. Schweinheim	4.000 m ²	(1979)
6. Schweinheim	7.500 m ²	(1979)
7. Strietwald	11.500 m ²	(1981)
8. Oberrauer Straße	8.000 m ²	(1982)
9. Fiori-Kaserne	7.600 m ²	(1983)
10. Rotäcker Straße	9.500 m ²	(1983)
11. Ready-Kaserne	7.500 m ²	(1985)
12. Gailbach	7.500 m ²	(1985)
13. Graves-Kaserne	7.200 m ²	(1985)

Auch bei Tennenplätzen ist GELSENROT führend. Zum Beispiel ist GELSENROT in Berlin, Dortmund, Duisburg, Essen, Frankfurt und Stuttgart der am meisten eingesetzte Tennenbelag.

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 Fertigmotiv

GELSENROT

GELSENROT SPEZIALBAUSTOFFE GMBH

Engelbertstr. 16 · 4650 Gelsenkirchen (Resse) · Telefon (0209) 70008-0 · Telex 824517 gero d



RASEN 2000-MANTEL SAAT

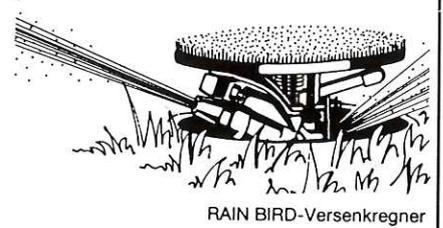
SPIELTEPPICH „HUNTER“ in 4-kg-Tragetaschen und 1-kg-Packungen
SPORTRASEN „HUNTER“ mit werbewirksamen Dessins, 20 kg umverpackt

HEINE & GARVENS OHG - 3000 HANNOVER 81

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

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

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



RAIN BIRD-Versenkregner

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



FECO GmbH Beregnungstechnik • 2121 Deutsch Evern • Gewerbegebiet
Tel. (04131) 79201 • Telex 2182241

„Millionen von gesunden, kräftigen Rasengräsern können sich nicht irren“...



Vegadur

Einbaufertige Rasentragschicht

...hat alles, was der Rasen braucht.

Entscheidend für Wachstum, Funktion und Strapazierfähigkeit von Naturrasen ist die richtige Tragschicht mit den richtigen bodenphysikalischen und -biologischen Eigenschaften. Vegadur wird nach DIN 18035, Teil 4, in gleichbleibender Qualität produziert und einbaufertig zur Baustelle geliefert. Alles Weitere erfahren Sie durch unsere Fachberater.



Balsam

Sportstättenbau
Bisamweg 3 · 4803 Steinhagen
Telefon (05204) 103-0