

# RASEN

**TURF | GAZON**

# GRÜNFLÄCHEN BEGRÜNNUNGEN

**1**  

---

**77**

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



# Neu! Jacobsen Out Front Commercial

Der brandneue Grossflächenmäher schliesst eine Lücke im Jacobsen Programm. Diese Maschine wird u. a. von Kommunalbetrieben und Landschaftsgärtnern speziell auf Grünanlagen mit extensivem Pflegecharakter eingesetzt. Dank der enormen Leistung, ungefähr 15000 m<sup>2</sup> pro Stunde, findet dieser Sichelmäher auch Verwendung auf Golfplätzen und Rennbahnen. Der Jacobsen Out Front Commercial ist aussergewöhnlich wendig. Der Radius der Mäheinheit beträgt

0 cm. Zu diesem vielseitigen Grossflächenmäher sind verschiedene Anbaugeräte für den Sommer- und Winterdienst lieferbar.

## ORAG INTER LTD

Europäische Verkaufsorganisation  
für Rasenpflegemaschinen

CH-5401 Baden, Telefon 056/83 21 77, Telex 53734



**Belgien**  
Saint-Hubert s. c.  
Turf and Grounds  
Maintenance  
252, Steenweg op Sint-Truiden  
3300 Tienen  
Tel. 016/8 27 72

**Dänemark**  
A. Hansens Maskinimport  
Krogager 9, Ågerup  
P. O. Box 45  
4000 Roskilde  
Tel. 03/387211

**Deutschland**  
Christian Metzger  
Heiligenwiesen 6  
7000 Stuttgart-60-Wangen  
Tel. 0711/ 33 78 71

Gebrüder Rau  
Königswintererstrasse 524  
53 Bonn-Oberkassel  
Tel. 02221/44 10 11

Carl Friedrich Meier  
Bankplatz 2  
33 Braunschweig  
Tel. 0531/44 66 1

Georg Mamerow  
Berliner Str. 9  
1000 Berlin 37  
Tel. 0311/811 20 66

**England:**  
Marshall Concessionaires Ltd  
Winchester Hill  
Romsey, Hampshire  
Tel. 513185

**Finnland**  
Oy Labor AB  
Postbox 70024  
Traktorvägen 2-4  
Helsinki 70  
Tel. 35 43 44

**Frankreich:**  
MARLY ORAG S.A.  
117 RN 20 Saint Germain  
F-91290 Arpajon  
Tel. 490 25 90

**Holland**  
H. van der Lienden N. V.  
Weltevreden 24  
De Bilt  
Tel. Utrecht 76 36 11

**Irland**  
Th. Lenehan & Co. Ltd.  
Capel Street 124  
Dublin 1  
Tel. 4 58 41

**Italien:**  
Fratelli Franchi S.p.A.  
Via San Bernardino 120  
I-24100 Bergamo  
Tel. 24 20 23

**Norwegen**  
Reinhardt Maskin A/S  
Postbox 219  
4601 Kristiansand S.  
Tel. 2 55 40

**Österreich**  
Franz Zimmer  
Gumpendorferstrasse 16  
1061 Wien 6  
Tel. 57 35 61

**Portugal**  
Silvia Sociedad Ltd.  
Avda. Infante Santo 53  
R/C Esq., Lisbon 3  
Tel. 674-132

**Schweden**  
Vilhelmson & CO AB  
Parmmätargatan 7  
Box 22026  
S-104 22 Stockholm 22  
Tel. 8 52 01 10

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

**Spanien**  
Coprima Ltda.  
Zurbano 56  
Madrid 10  
Tel. 419-8350

# RASEN

TURF | GAZON

## GRÜNFLÄCHEN BEGRÜNUNGEN

März 1977 - Heft 1 - Jahrgang 8

Hortus Verlag GmbH · 53 Bonn-Bad Godesberg 1

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

### Veröffentlichungsorgan für:

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

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

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  
Kingley - Yorkshire / Großbritannien

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

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

Landesanstalt für Pflanzenzucht und Samenprüfung,  
Rinn bei Innsbruck/Österreich

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

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

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

### Aus dem Inhalt:

**2 Nährstoffverwertung und Nährstoff-  
auswaschung verschieden aufgebauter und  
verschieden gedüngter Rasenflächen**  
II. Nährstoffauswaschung und Nährstoffbilanzierung  
W. Skirde, Gießen

**10 Bodennahe Temperatur- und Feuchteverhält-  
nisse auf Sportplätzen mit verschiedenem  
Spielfeldbelag**  
L. Köck, Rinn

**13 Comparative Advantages of Soil-less Sod  
for Kentucky Bluegrass Propagation**  
A. J. Turgeon, Urbana/Illinois

**Berasungen und Bebuschungen von Trocken-  
mauern an Wildbächen**  
- Pflanzen als Böschungsfestiger -  
E. Leys, Imst/Tirol

15

**Verwendung von Müllkompost bei Gehölz-  
pflanzungen**  
(Zwischenbericht)  
P. Kiermeier, Geisenheim

21

**25 Berichte - Mitteilungen - Informationen**

**26 International Turfgrass Society**

Fachredaktion: W. Skirde, Gießen

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

Bezugspreis: Einzelheft DM 8,50, im Jahresabonnement  
DM 30,- zuzüglich Porto, incl. 5,5 % MwSt.  
Druck: Rheinische Verlagsanstalt, 53 Bonn-Bad Godes-  
berg. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nach-  
drucks, der fotomechanischen Wiedergabe und der  
Übersetzung, vorbehalten. Aus der Erwähnung oder  
Abbildung von Warenzeichen in dieser Zeitschrift kön-  
nen keinerlei Rechte abgeleitet werden. Artikel, die mit  
dem Namen oder den Initialen des Verfassers gekenn-  
zeichnet sind, geben nicht unbedingt die Meinung der  
Schriftleitung wieder.

Verlag, Vertrieb und Anzeigenverwaltung: HORTUS  
/ERLAG GMBH, Postfach 550, Rheinallee 4 b, 53 Bonn-  
Bad Godesberg 1, Telefon (0 22 21) 35 30 30. Verlags-  
leitung: R. Dörmann. Gültig ist die Anzeigenpreisliste  
Jr. 4 vom 1. 2. 1976. Erscheinungsweise: vierteljährlich.

# Nährstoffverwertung und Nährstoffauswaschung verschieden aufgebauter und verschieden gedüngter Rasenflächen

II. Nährstoffauswaschung und Nährstoffbilanzierung

W. Skirde, Gießen

## Zusammenfassung

Es wird über Nährstoffauswaschungen bei 3 Bodenaufbauten, 2 Nährstoffmenngen und 2 Düngerarten zu Rasenflächen berichtet.

Nährstoffverluste durch Auswaschung traten besonders bei Stickstoff und Kali auf, während sich Phosphorsäure auch hier als schwer beweglich erwies. Saisonal gesehen liegt die Nährstoffauswaschung in der ersten Zeit der Sickerwasserperiode, im Herbst, hoch.

Bei Stickstoff stehen die Auswaschungsverluste in enger Beziehung zum Bodenaufbau, indem sowohl nachliefernder Oberboden als auch durchlässiger Bodenaufbau höhere Verluste verursachen. Ein langsam wirkender N-Dünger ergab etwas höhere Stickstoffverluste als Düngung mit rasch wirkenden N-Formen. Ferner sind die Auswaschungsverluste bei höherer Düngung größer. Hohe Kaliauswaschung bei durchlässig hergestelltem Bodenaufbau geht vor allem auf Lavasand zurück, dessen hoher Kaligehalt zuvor nicht bekannt war. Die Kaliauswaschung resultiert besonders aus Feinteilausspülung.

In sandreichen Tragschichten trat im Verlauf der Versuchsperiode eine Zunahme des Gehalts an  $P_2O_5$  und  $K_2O$  ein, während der N-Gehalt, besonders bei Oberboden, sank.

## Summary

Information is provided on the leaching of nutrients from three different turf constructions which received fertilizer at two different rates and in two different forms.

The highest loss of nutrients through leaching occurred with nitrogen and potash, whereas phosphate hardly moved at all. Considered seasonally, there was most leaching of nutrients when field capacity was first achieved, in autumn.

With nitrogen, the loss through leaching is closely connected with the method of construction, i.e. greater losses occur in permeable constructions and in those with added top soil. A slow-acting nitrogen fertilizer leads to rather greater nitrogen losses than does a quick-acting one. Losses through leaching are also greater when more fertilizer is applied. Considerable losses of potash from permeable constructions are attributable to the lava sand, whose high potash content was not suspected. The leaching of potash was due chiefly to loss of the fine particles.

During the trial period the content  $P_2O_5$  and  $K_2O$  increased in sandy rootzones, but the nitrogen, especially in top soil, decreased.

## Résumé

L'étude porte sur les pertes en éléments nutritifs sous pelouse sur trois installations de sol différentes, avec deux doses et deux types d'engrais.

Ce sont surtout l'azote et la potasse qui sont lessivés, tandis que l'acide phosphorique se montre, ici aussi, peu mobile. Le lessivage des éléments nutritifs est particulièrement important au début de la période d'infiltration des eaux, c'est à dire en automne.

La quantité d'azote lessivée dépend étroitement du type d'installation, dans la mesure où une couche supérieure riche en azote et une couche inférieure perméable provoquent des pertes plus élevées. On constate des pertes en azote légèrement plus élevées avec des engrais azotés à action lente qu'avec des engrais à action rapide. De plus les pertes par lessivage augmentent avec l'élévation de la dose d'engrais. Les pertes importantes en potasse observées sur l'installation perméable proviennent en grande partie du «Lavasand», dont la haute teneur en potasse n'était pas connue auparavant. Le lessivage de la potasse résulte surtout de l'entraînement de particules de sol très fines.

Pour les divers supports, dans les couches riches en sable les teneurs en potasse et en phosphore ont augmenté au cours de l'expérience, tandis que l'azote a diminué surtout dans la couche supérieure.

## Einführung

Aus der agrarwissenschaftlichen Forschung ist bekannt, daß Nährstoffverluste durch Auswaschung nährstoff-, boden- und pflanzenbedingt sind.

Die Auswaschung der Nährstoffe hängt mit ihrer Beweglichkeit im Rahmen der Umwandlungsdynamik zusammen. Phosphorsäure gilt allgemein als schwer beweglich, d. h. eine vertikale Verlagerung findet kaum statt. Dagegen treten Auswaschungsverluste bei Kali und Stickstoff auf, sie hängen bei Stickstoff wiederum eng mit der N-Form zusammen.

In Beziehung zum Boden liegen die Auswaschungsverluste bei Durchlässigkeit, also besonders bei Sandböden, höher, während bei den Kulturarten ein Zusammenhang zu Vorhandensein, Dauer und Dichte der Vegetationsdecke besteht. Die größten Auswaschungsverluste treten bei Ackerland, die geringsten bei Dauergrünland auf.

Über diese Zusammenhänge existiert eine umfangreiche Literatur, die sich auf verschiedene Nährstoffe, verschiedene Böden und verschiedene pflanzenbauliche Kulturarten erstreckt (u. a. JUNG 1972, KRADEL 1972, SIEGEL 1972, JUNG u. JÜRGENS-GSCHWIND 1973, PFAFF 1963, VÖMEL 1973, JÜRGENS-GSCHWIND 1974, WERNER 1974).

Bei der Herstellung von Rasenflächen ist diese Problematik in Beziehung zu Bodenaufbau und Wasser-

durchlässigkeit von Interesse, ausreichende Ergebnisse fehlen jedoch. Aufgabe dieses Teils der Arbeit ist es deshalb, mögliche Zusammenhänge zwischen Bodenaufbau und Nährstoffauswaschung zu ermitteln und den Versuch einer Nährstoffbilanzierung vorzunehmen.

## Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden auf der Grundlage der in Teil I beschriebenen Versuchsanlage durchgeführt.

Das Sickerwasser wurde in Plastikkanistern aufgefangen, die in der Regel im wöchentlichen Abstand geleert wurden, es sei denn, daß die Sickerwassermenge das Fassungsvermögen der Behälter zu übersteigen drohte. Die Untersuchung erstreckte sich auf die Bestimmung von Gesamtstickstoff, Phosphorsäure und Kali.

Entsprechend den Verhältnissen am Trockenstandort Gießen tritt Sickerwasser in der Regel erst ab Ende September auf, wenn man sommerliche Starkregenfälle ausnimmt. Insofern ist über Sommer Beregnung notwendig. Niederschlagsverhältnisse, Beregnungswassermenge und Sickerwasserspense gehen aus den Tabellen 1 bis 3 hervor.

Den Tabellen kann entnommen werden, daß es sich in allen 3 Versuchsjahren um z. T. extrem trockene Vegetationsperioden handelte. Demzufolge war besonders im Ansaatjahr 1973 der Beregnungswasserbedarf hoch. Er erklärt sich teilweise auch aus unproduktiver Verdunstung der nach der Saat noch nicht durch eine Rasendecke geschützten Tragschichtoberfläche. Der höhere Beregnungswasserbedarf von 1975 gegenüber 1974 ergibt sich aus höheren Sommertemperaturen, die 1975 herrschten.

Tab. 1: Temperatur und Niederschlag im Versuchszeitraum

Monat	1973		1974		1975	
	°C	mm	°C	mm	°C	mm
Januar	0,6	20,3	4,3	40,1	5,3	48,3
Februar	1,4	42,7	3,9	34,2	1,9	12,8
März	5,2	4,6	6,8	59,7	4,6	36,0
April	6,4	42,7	9,4	78,7	8,3	49,9
Mai	13,7	43,5	12,3	37,5	12,4	48,1
Juni	17,7	19,9	15,2	57,4	15,8	43,8
Juli	18,4	50,2	16,2	53,7	19,9	30,5
August	19,6	30,9	17,7	46,8	20,3	45,9
September	15,4	31,3	13,6	33,0	16,1	41,3
Oktober	8,1	81,0	6,0	79,8	7,7	25,7
November	4,0	31,4	5,5	61,2	5,5	23,8
Dezember	0,4	61,0	5,8	73,3	1,3	16,9

Tab. 3: Sickerwassermenge im Versuchszeitraum (l/m<sup>2</sup>)

Bodenaufbau u. Düngerart	1973	1974	1975
Aufbau A - L	123,1	265,8	219,3
Aufbau A - R	125,3	266,5	213,8
Aufbau B - L	128,3	272,9	195,5
Aufbau B - R	126,6	271,4	190,8
Aufbau C - L	134,5	295,1	201,2
Aufbau C - R	124,3	271,3	180,5

Sickerwassermenge steht in engster Beziehung zum Niederschlag und war deshalb 1974 am größten. Die geringere Sickerwasserspende von 1973 ist durch den im April beginnenden Versuchsbeginn zu erklären. Dadurch fiel von Januar bis März noch kein Sickerwasser an.

Tab. 2: Beregnungswassergabe im Versuchszeitraum (l/m<sup>2</sup>)

Bodenaufbau u. Düngerart	1973	1974	1975
Aufbau A - L	269,2	41,7	70,8
Aufbau A - R	269,2	41,7	70,8
Aufbau B - L	256,7	41,7	70,8
Aufbau B - R	256,7	41,7	70,8
Aufbau C - L	243,3	41,7	70,8
Aufbau C - R	243,3	41,7	70,8

**Ergebnisse**

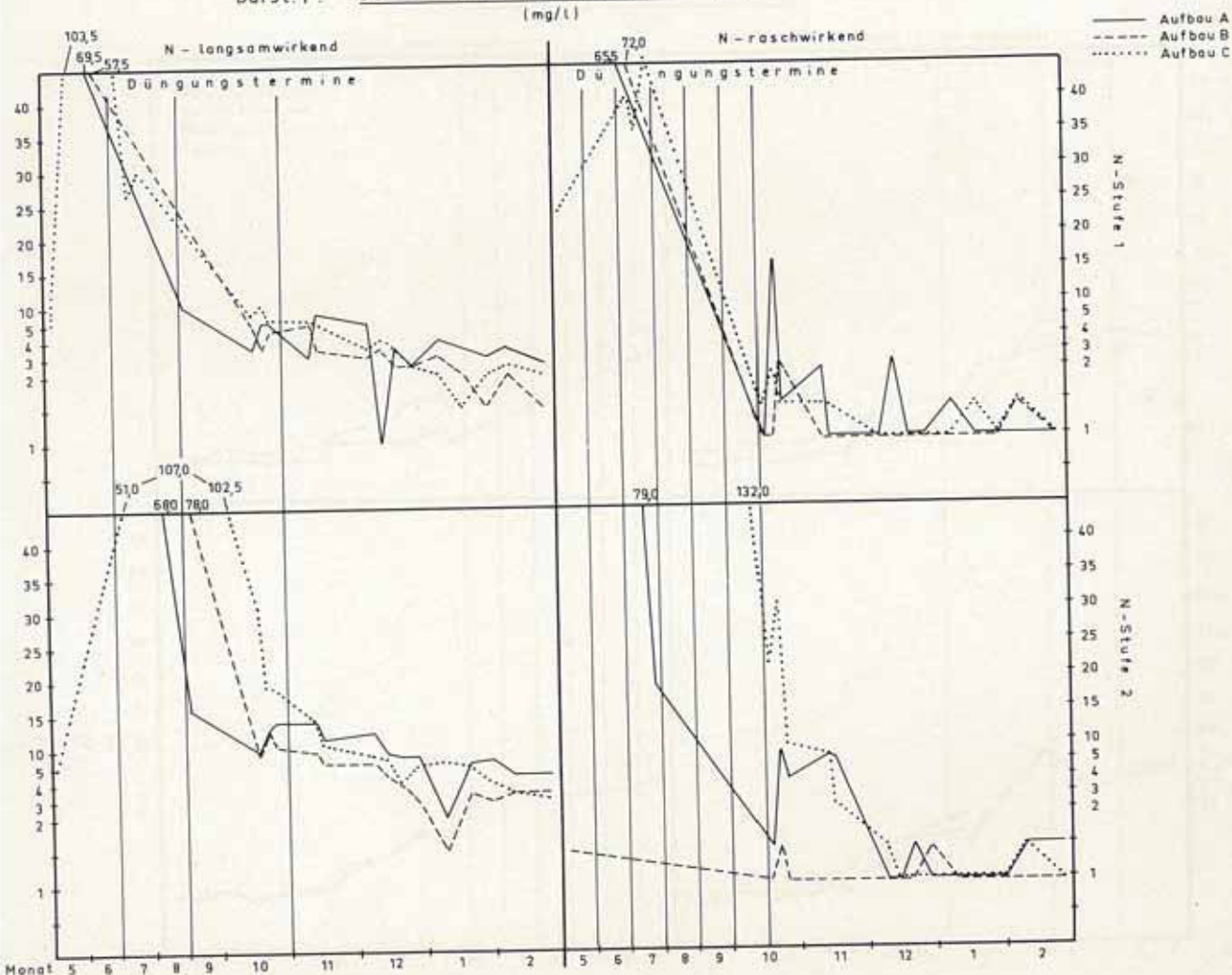
**1. Nährstoffgehalt des Sickerwassers und Sickerverlust**

1.1. Sickerperiode 1. 5. 1973 - 28. 2. 1974  
Für den Verlauf der Gehaltskurven in der Sickerperiode 1973/74 ist ein sehr hoher N-Gehalt des Sickerwassers in der Zeit von Mai bis Oktober charakteristisch (Darst. 1).

Es handelt sich vornehmlich um die Auflauf- und Narbenbildungsphase der Ansaat. Jedoch täuschen die hohen Gehaltswerte in dieser Phase, in ähnlicher Weise übrigens auch bei Kali, überwiegend nur eine hohe Auswaschung vor, da die Sickerwassermenge gering war (Darst. 1).

Gehaltsunterschiede des Sickerwassers, die zum Bodenaufbau in Beziehung stehen, traten bei beiden Düngungsstufen auf. In beiden Fällen waren Stickstoffgehalt und ausgewaschene Stickstoffmenge bei Bodenaufbau B mit einer durchlässigen Tragschicht auf Unterboden am geringsten, während sie bei N-Stufe 1 des

Darst. 1: Gesamt-N im Abflußwasser - 1973/74



Aufbaues aus Oberboden und bei N-Stufe 2 des oberbodenarmen Sportplatzbaues C am größten waren. Ein Einfluß der Stickstoffstufe auf die N-Auswaschung ist erkennbar, doch nicht regelmäßig vorhanden. Regelmäßiger treten im Untersuchungszeitraum 1973/74 dagegen größere Auswaschungsverluste bei Düngung mit langsamwirkenden gegenüber raschwirkenden N-Düngern auf.

Der Gehalt des Sickerwassers an Phosphorsäure ist 1973/74 erwartungsgemäß gering. Aufbaubedingte Unterschiede deuten sich nur bei Aufbau C durch etwas größeren  $P_2O_5$ -Austrag an. Einflüsse von Düngermenge und Düngerart sind nicht zu erkennen (Darst. 2).

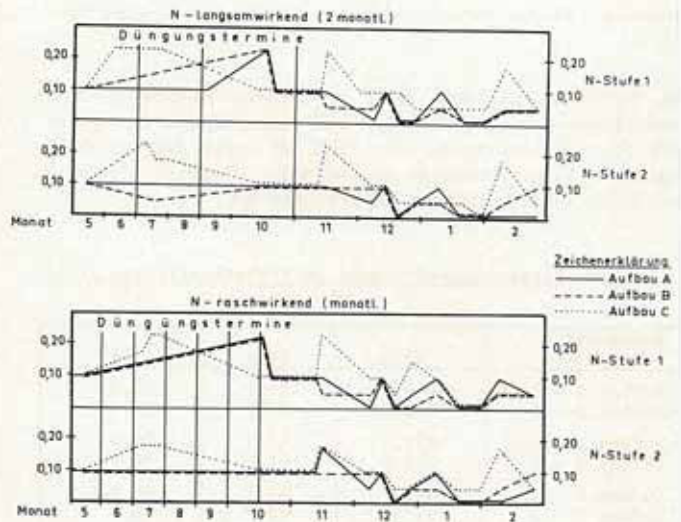
Bei Kali führen die Gehaltskurven eindeutig zu klaren Auswaschungsunterschieden. Aufbau A weist fast im gesamten Jahresablauf den niedrigsten Kaligehalt im Sickerwasser auf, Aufbau B liegt bei gleicher Regelmäßigkeit nur geringfügig darüber. Demgegenüber ist der Gehalt des Sickerwassers an  $K_2O$  bei Aufbau C mit 5 bis 35 mg/l durchweg hoch, am höchsten zu Beginn der herbstlichen Sickerperiode ab Ende Oktober (Darst. 3).

Ein Einfluß der Düngungsstufe auf den Kaligehalt des Sickerwassers ist vorhanden, doch relativ gering. Eine Beziehung zur Düngerart liegt ebenso wie bei Phosphorsäure nicht vor.

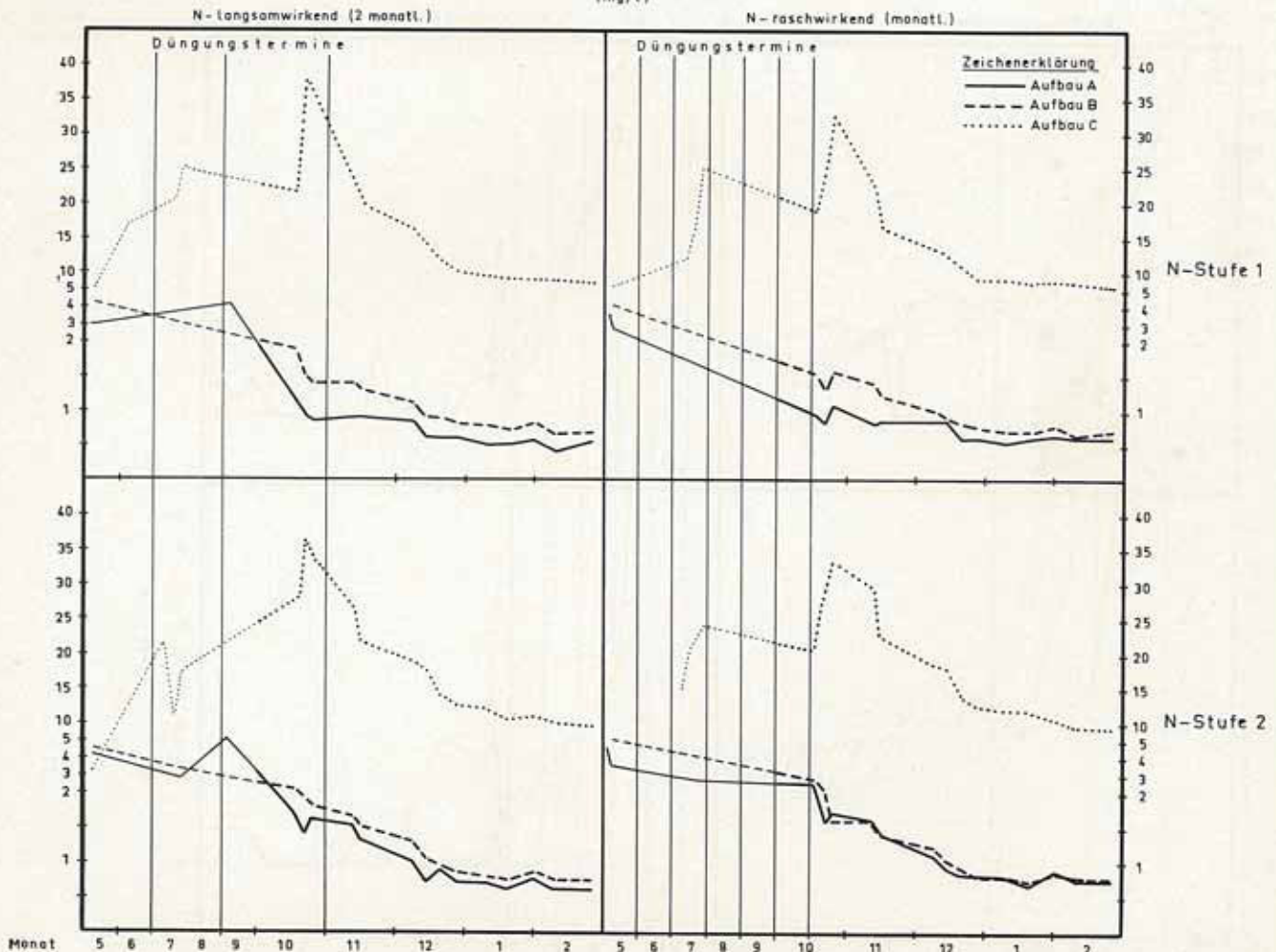
1.2. Sickerperiode 1. 3. 1974–28. 2. 1975  
In der Periode 1974/75 treten größere Gehaltsunterschiede des Sickerwassers an Stickstoff wiederum über Sommer auf, fallen bei relativ geringer Sickerwas-

sermenge aber auch hier in diesem Zeitraum nicht ins Gewicht. Es ergeben sich eindeutig aber bereits höhere N-Gehalte beim Sickerwasser des Bodenaufbaues A, während sichere Unterschiede zwischen den Aufbauten B und C bald nicht mehr bestehen. Die Verdoppelung der Nährstoffzufuhr hat Gehalt und ausgewaschene N-Menge etwas erhöht. Hinsichtlich der Düngerart decken sich die Ergebnisse mit dem Vorjahr

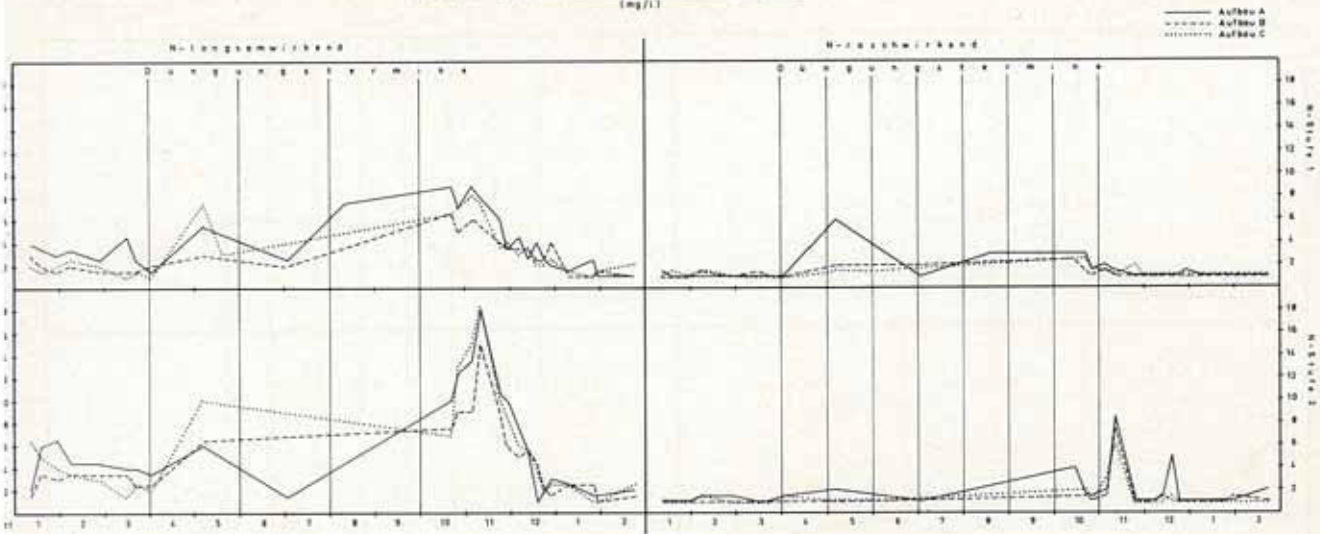
Darst. 2:  $P_2O_5$  im Abflußwasser - 1973/74 (mg/l)



Darst. 3:  $K_2O$  im Abflußwasser - 1973/74 (mg/l)



Darst. 4: Gesamt-N im Abflußwasser - 1974/75 (mg/l)



sofern, als größere Auswaschungsverluste wiederum bei Düngung mit langsamwirkenden N-Formen im Abstand von 2 Monaten gegenüber Gaben an raschwirkenden Stickstoffdüngern im monatlichen Abstand auftreten (Darst. 4).

Der Phosphorsäuregehalt des Sickerwassers und die Auswaschungsmengen entsprechen etwa den Verhältnissen des Vorjahres. Der Auswaschungsverlust ist im ganzen recht gering und wird wiederum nur durch den durchlässigen Sportplatzaufbau C etwas erhöht. Hier liegt der  $P_2O_5$ -Gehalt besonders über Winter zusammen mit höheren Sickerwassermengen über die Gehaltswerte der Aufbauten A und B an. Düngermenge und Düngerart beeinflussen den  $P_2O_5$ -Gehalt dagegen nicht (Darst. 5).

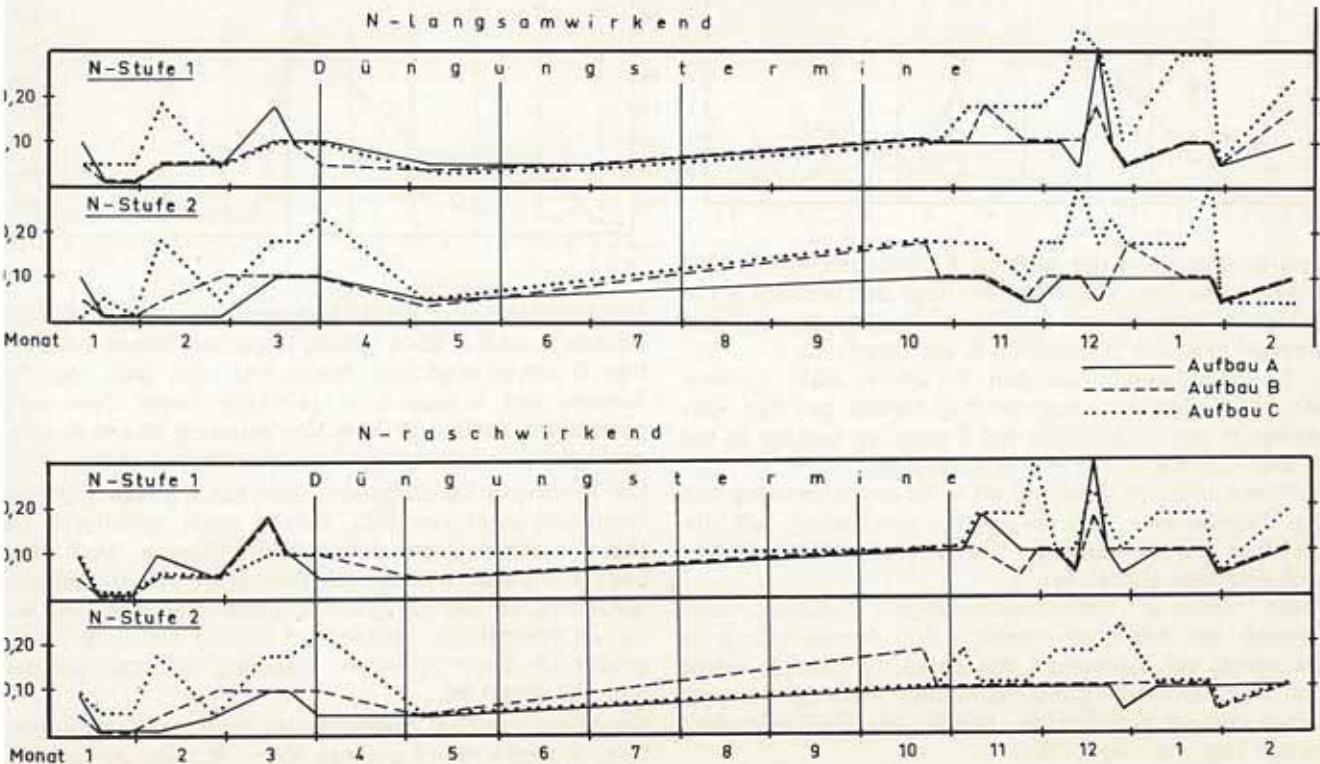
Bei Kali ergibt sich nur bezüglich des Aufbaues C das Bild des Vorjahres mit extrem abweichenden, höheren

Werten. Anfänglich vorhandene Unterschiede geringeren Ausmaßes zwischen den Aufbauten A und B gleichen sich dagegen über Winter weitgehend an. Ein Einfluß der Düngungsstufe kommt nur bei Aufbau C zum Ausdruck, während eine Beziehung zur Düngerart weitgehend fehlt (Darst. 6).

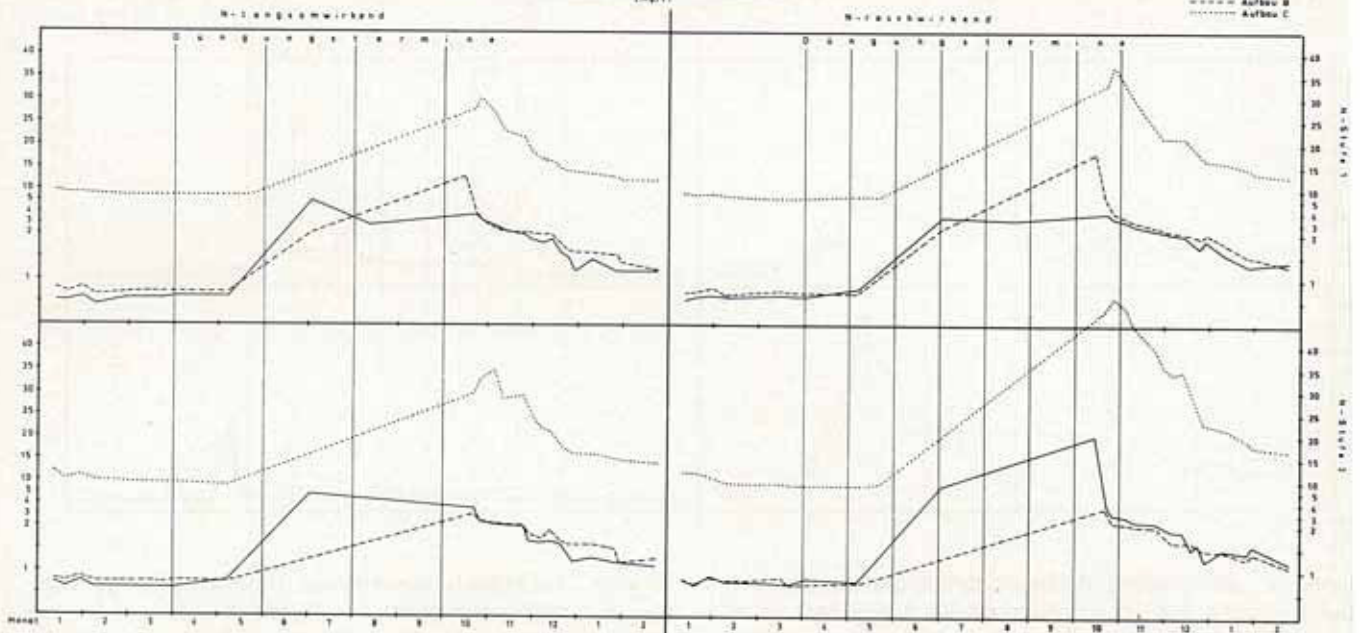
**1.3. Sickerperiode 1. 3. 1975 - 31. 12. 1975**  
Bei Stickstoff ähneln die Ergebnisse von 1975 denen des Vorjahres sehr. Allerdings sind in diesem Jahr hohe Gehaltswerte über Sommer gleichzeitig mit größeren Sickerwassermengen und damit mit einem höheren N-Austrag verknüpft.

Von diesen saisonalen Unterschieden abgesehen weist wiederum Oberbodenaufbau A den höchsten N-Gehalt im Sickerwasser auf. Zwischen den Aufbauten B und C bestehende Unterschiede sind gering, wenn sich im ganzen auch der niedrigste Durchschnittswert bei Aufbau C ergibt.

Darst. 5:  $P_2O_5$  im Abflußwasser - 1974/75 (mg/L)

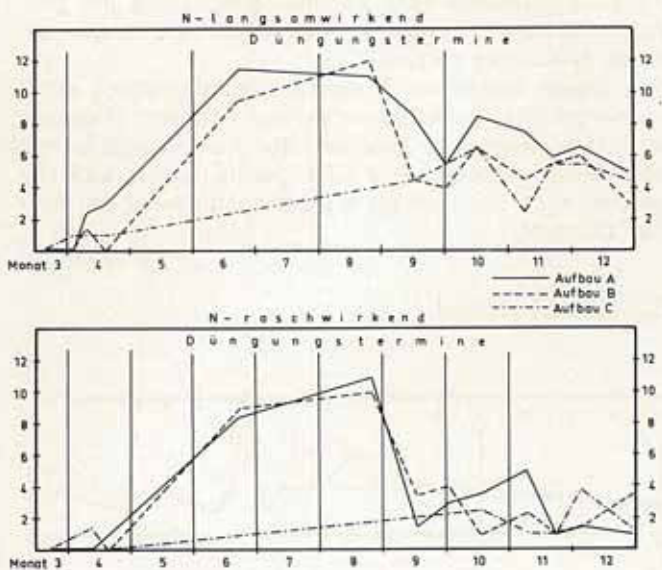


Darst. 6:  $K_2O$  im Abfließwasser - 1974/75 (mg/l)



In bezug zu den Düngerarten wird der höhere Sickerwassergehalt an N bei der langsamfließenden Stickstoffquelle erneut bestätigt (Darst. 7).

Darst. 7: Gesamt-N im Abfließwasser - 1975 (mg/l)



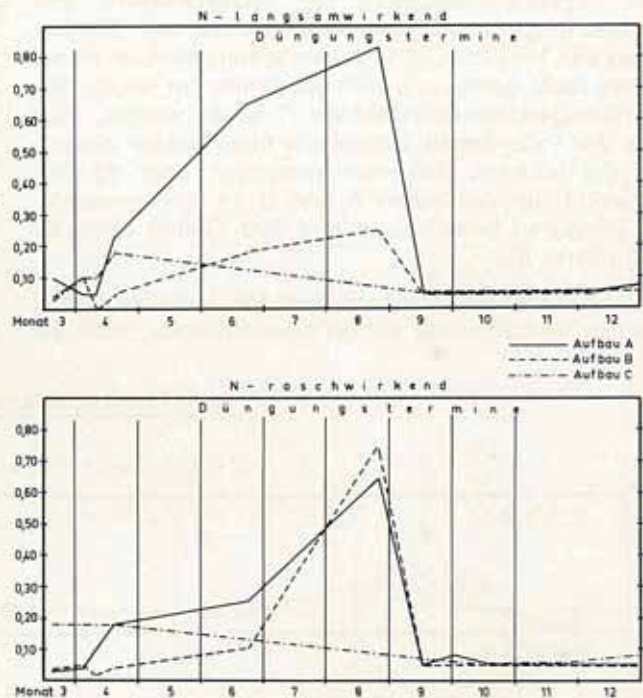
Ebenso entspricht der geringe  $P_2O_5$ -Gehalt erneut den Ergebnissen des Vorjahres, es liegt der höchste  $P_2O_5$ -Gehalt verbunden mit größeren Sickerwassermengen diesmal lediglich bei Aufbau A vor (Darst. 8).

In Übereinstimmung zu den Vorjahren steht schließlich der Kaligehalt. Liegt der  $K_2O$ -Gehalt bei den Aufbauten A und C im Mittel bei 3 mg/l, so beträgt er bei Aufbau C etwa 15 mg je l Sickerwasser.

Für die Aufbauten A und B ist in Übereinstimmung mit den Ergebnissen des N-Gehalts auffallend, daß die höchsten Gehaltswerte für Kali diesmal im Monat August eintreten (Darst. 9).

Einen besseren zusammenfassenden Eindruck vom Ausmaß der Nährstoffverluste durch Auswaschung in Beziehung zur Systematik des Versuchsaufbaues erhält man bei Betrachtung der jährlichen Austragsmengen, denen die entscheidende Größe der Sickerwassermenge zugrunde liegt (Tab. 4).

Darst. 8:  $P_2O_5$  im Abfließwasser - 1975 (mg/l)



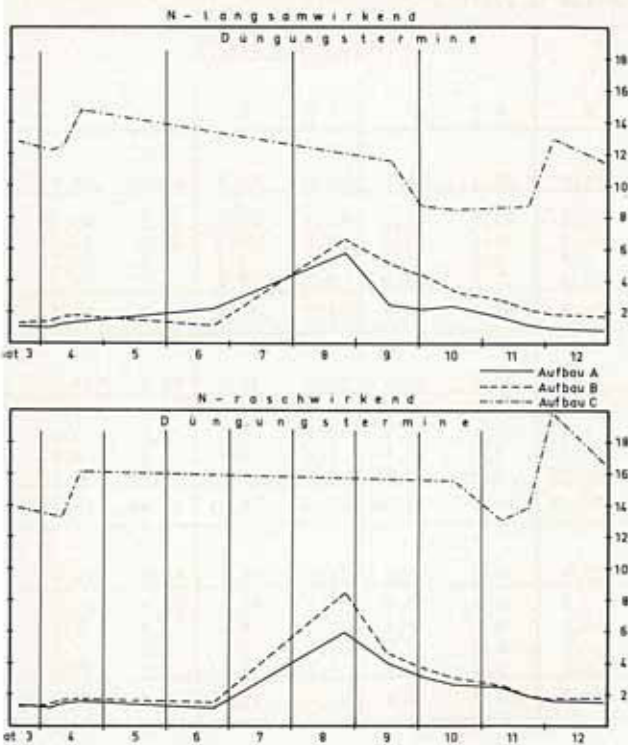
Bei Stickstoff sind die Auswaschungsverluste der Aufbauten A und C etwa gleich hoch, sie liegen bei Aufbau B etwas niedriger. Betrachtet man aber den N-Austrag von Aufbau C in zeitlicher Folge, dann wird gegenüber Aufbau A eine Verringerung der N-Auswaschung mit zunehmender Versuchsdauer sichtbar.

Die Erhöhung der Düngermengen hat die Nährstoffauswaschung zwar verstärkt, jedoch nicht annähernd im Verhältnis zur dargebotenen Nährstoffgabe. Wohl aber liegt ein klarer Einfluß der Düngerart vor, indem der N-Austrag bei Düngung mit langsamfließenden N-Quellen im 2monatigen Abstand im Schnitt mehr als 100% größer als bei monatlicher Düngung mit raschwirkenden N-Formen ist.

Für Phosphorsäure bestätigt sich auch durch diese Untersuchungen deren geringe Mobilität trotz extrem ho-



Darst. 9:  $K_2O$  im Abfließwasser - 1975 (mg/l)



wendeten Volldünger und in Serie R als 50%iges Kali. Die Phosphorsäuredüngung erfolgte in Serie L mit Superphosphat.

## 2. Nährstoffbilanzierung

Der Versuch einer Nährstoffbilanzierung ist von vornherein mit dem Nachteil behaftet, daß der Nährstoffgehalt des Bodens nicht exakt quantifiziert werden kann, daß besonders aber eine genaue Bestimmungsmöglichkeit des bodenbürtigen Nährstoffanteils für Pflanzenaufnahme und Auswaschung fehlt. Insofern läßt sich auch die Ausnutzung der durch Düngung zugeführten Nährstoffe oder ihre Auswaschung nicht sicher ermitteln.

Stellt man dennoch die Nährstoffzufuhr durch Düngung, also durch Nährstoffbevorratung bei der Versuchsanlage und durch spätere Düngergaben, für den Versuchszeitraum von 1973-1974 zusammen und vergleicht sie mit den in der Zeit vom 1. 5. 1973 bis 28. 2. 1975 ermittelten Mengen an Entzug und Auswaschung, dann wären im Mittel der Düngungsstufen

- \* bei Stickstoff 85 bzw. 79% (N-1 bzw. N-2)
- \* bei Phosphorsäure 60 bzw. 52%
- \* bei Kali 88 bzw. 78%

der durch Düngung verabreichten Nährstoffe durch die Bestandteile der Rasendecke entzogen und durch Sickerwasser ausgewaschen worden. (Tab. 5).

Diese Werte liegen einerseits bei N-Stufe 1 höher, bei N-Stufe 2 um 6-10% niedriger, andererseits sind Unterschiede zwischen den Aufbauten vorhanden. Sie sind im Vergleich der Aufbauten A und B allerdings gering bzw. nicht eindeutig, betragen bei Aufbau C für Stickstoff und Phosphorsäure aber 5 bis 10%, d. h. sie liegen um diesen Prozentsatz niedriger. Für Kali sind dagegen höhere Werte bei Aufbau C der Düngungsstufe 1 auffallend.

Im ganzen weist das relativ enge Verhältnis von Entzug Auswaschung zu Nährstoffzufuhr auf gute Nährstoffausnutzung und gute Nährstoffnachlieferung des Bodens hin, mit Ausnahme von Stickstoff und Phosphorsäure bei dem oberbodenarmen Aufbau C. Bemerkenswert ist hier jedoch die gleich hohe bis höhere Ausnutzung im Falle von Kali.

Führt man eine ähnliche Nährstoffbilanzierung auf der Grundlage von N-Stufe 1 für den Zeitraum vom 1. 5. 1973 bis zum 31. 12. 1975 durch, dann nimmt der An-

der Durchlässigkeit im Sportfeldaufbau C, so daß eine  $P_2O_5$ -Auswaschung durch Sickerwasser praktisch entfällt. Selbst die andeutungsweise vorhandenen geringfügig größeren Auswaschungsverluste in Aufbau C stehen diesem Tatbestand nicht entgegen, zumal sie sich bei längerer Versuchsdauer verringern.

Bei Kali ist der Auswaschungsverlust der Aufbauten A und B, für den gesamten Versuchsablauf gesehen, praktisch gleich, er erreicht bei Aufbau C jedoch etwa den 10fachen Wert. Die Ursache dieses Tatbestandes wird später eingehend diskutiert.

Eine Beziehung zur Düngungsstufe ist beim Kaliumtrag zu erkennen, doch bleibt ihr Einfluß quantitativ gering. Ein klarer Zusammenhang zur Düngerart besteht nicht. Kali wurde ebenso wie Phosphorsäure im 2monatigen Abstand gegeben, und zwar in Serie L mit dem ver-

Tab. 4: Nährstoffaustrag durch Sickerwasser im Versuchszeitraum (in  $g/m^2$ )

	N - Stufe 1						N - Stufe 2					
	A		B		C		A		B		C	
	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R
<b>1973/74</b>												
Ges.-N	1,0	0,8	0,7	0,4	1,8	0,7	1,6	0,7	1,4	0,2	2,6	2,7
$P_2O_5$	0,015	0,014	0,015	0,012	0,023	0,019	0,010	0,012	0,012	0,012	0,020	0,021
$K_2O$	0,17	0,15	0,21	0,19	3,05	2,57	0,17	0,18	0,23	0,21	3,33	3,42
<b>1974/75</b>												
Ges.-N	1,1	0,4	0,9	0,3	1,0	0,4	1,7	0,5	1,3	0,4	1,5	0,4
$P_2O_5$	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,05
$K_2O$	0,5	0,6	0,5	0,6	5,0	5,8	0,5	0,6	0,5	0,5	5,2	7,5
<b>1975</b>												
Ges.-N	0,8	0,3	0,4	0,2	0,4	0,2						
$P_2O_5$	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01						
$K_2O$	0,28	0,33	0,29	0,25	1,55	1,72						

Tab. 5: Nährstoffbilanz für den Zeitraum 1.5.1975 bis 28.2.1975  
(Nährstoffmengen in g/m<sup>2</sup>)

	N - Stufe 1						N - Stufe 2					
	A		B		C		A		B		C	
	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R	L	R
<b>1. Ges.-N</b>												
a) Zufuhr	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0
b) Entzug Schnittgut	20,1	21,0	18,9	18,8	9,9	11,1	42,5	42,5	43,7	42,1	30,5	29,6
c) Entzug Narbe	10,6	11,6	15,1	17,8	15,1	16,1	17,5	16,3	22,6	20,9	20,1	22,7
d) Entzug Wurzeln	6,7	6,9	3,6	4,3	5,4	5,8	4,2	6,6	6,7	7,1	7,6	5,1
e) Auswaschung	2,1	1,2	1,6	0,7	2,8	1,1	3,3	1,2	2,7	0,6	3,1	3,1
f) Entzug + Auswaschg.	39,5	40,7	39,2	41,6	33,2	34,1	67,5	66,6	75,7	70,7	61,3	60,5
<b>2. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>												
a) Zufuhr	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0	38,0
b) Entzug Schnittgut	5,7	5,8	5,3	4,9	2,7	2,7	11,0	10,7	11,2	10,3	7,7	7,4
c) Entzug Narbe	4,2	3,9	5,7	4,6	5,5	4,4	8,1	5,4	9,4	6,3	8,0	6,8
d) Entzug Wurzeln	3,1	3,4	2,0	2,1	3,4	3,1	2,1	2,9	2,7	2,9	3,9	2,2
e) Auswaschung	0,04	0,04	0,04	0,04	0,08	0,08	0,04	0,04	0,04	0,04	0,08	0,07
f) Entzug + Auswaschg.	13,04	15,14	13,04	11,64	11,68	10,28	21,24	19,04	23,34	19,54	19,68	16,47
<b>3. K<sub>2</sub>O</b>												
a) Zufuhr	28,2	28,2	28,2	28,2	28,2	28,2	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4	56,4
b) Entzug Schnittgut	17,5	17,6	16,1	15,0	9,1	9,6	33,1	33,1	33,2	31,0	24,3	23,6
c) Entzug Narbe	4,1	5,7	5,7	4,6	5,7	5,7	9,2	8,1	9,4	8,2	7,8	9,1
d) Entzug Wurzeln	1,6	2,1	1,4	1,5	2,8	3,4	1,8	2,4	1,1	1,6	2,2	1,2
e) Auswaschung	0,7	0,7	0,7	0,8	8,0	8,4	0,7	0,8	0,7	0,7	8,5	10,9
f) Entzug + Auswaschg.	23,9	26,1	23,9	21,9	25,6	27,1	44,8	44,4	44,4	41,5	42,8	44,8

teil von Entzug und Auswaschung an der gesamten Nährstoffzufuhr bei Stickstoff im Mittel etwas ab und steigt bei Kali leicht an (Tab. 6). Diese Veränderung geht im Falle von Stickstoff im wesentlichen zu Lasten des Aufbaues B, während der Anstieg bei Kali sowohl von Aufbau A als auch von Aufbau C beeinflusst wurde. Im einzelnen ist interessant, daß der Nährstoffentzug durch Schnittgut und Narbe, insbesondere infolge Zunahme an entsprechender Biomasse, größer geworden ist und daß infolge eines größeren Versickerungszeitraumes auch der Auswaschungsverlust anstieg. Demgegenüber bleibt der Entzug durch Rasenwurzeln bei dieser Auswertung im Vergleich zur 2-jährigen Auswertungsperiode zurück (Tab. 6). Da diese Erscheinung auf geringere Wurzelumsetzungen zurückgeht, kann geschlossen werden, daß bereits eine Wurzelumsetzung stattgefunden hat, wobei freigewordene Nährstoffe möglicherweise der Bildung von Rasenzuwachs und Narbensubstanz zugute gekommen sind.

Tab. 6: Nährstoffbilanz der N-Stufe 1 (g/m<sup>2</sup>)  
Zeitraum: 1.5.1975 bis 31.12.1975

	A		B		C	
	L	R	L	R	L	R
<b>1. Ges.-N</b>						
a) Zufuhr	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0	65,0
b) Entzug Schnittgut	29,7	30,7	28,9	27,6	16,6	17,8
c) Entzug Narbe	20,3	22,9	13,1	21,8	23,2	16,8
d) Entzug Wurzeln	4,1	5,8	2,2	2,5	3,3	3,9
e) Auswaschung	2,9	1,5	2,0	0,9	3,2	1,3
f) Entzug+Auswaschung	57,0	60,9	46,2	52,8	46,3	39,8
<b>2. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>						
a) Zufuhr	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
b) Entzug Schnittgut	9,0	9,1	8,9	7,9	4,8	4,4
c) Entzug Narbe	5,9	5,8	5,2	6,1	9,2	5,1
d) Entzug Wurzeln	2,1	2,6	1,3	1,5	2,6	2,5
e) Auswaschung	0,06	0,06	0,05	0,05	0,09	0,08
f) Entzug+Auswaschung	17,06	17,56	15,45	15,55	16,69	12,08
<b>3. K<sub>2</sub>O</b>						
a) Zufuhr	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2	36,2
b) Entzug Schnittgut	25,7	26,0	24,9	22,6	15,1	15,2
c) Entzug Narbe	6,1	5,7	3,5	4,1	10,0	6,0
d) Entzug Wurzeln	1,2	1,6	0,9	1,2	2,5	3,1
e) Auswaschung	1,0	1,1	1,0	1,0	9,6	10,1
f) Entzug+Auswaschung	34,0	34,4	30,3	28,9	37,0	34,4

### 3. Boden anreicherung

Boden gibt Nährstoffe frei, legt sie aber auch fest. Insofern ist zu untersuchen, ob eine Anreicherung des Bodens im Laufe der Versuchsperiode stattgefunden hat. Diese Untersuchungen wurden bei allen Aufbauten für die Schicht von 0-5 und von 5-10 cm vorgenommen. Die Ergebnisse beziehen sich einmal auf N-Stufe 1 mit der Versuchsperiode von Frühjahr 1973 bis Winter 1975/76 (Tab. 7) und zum anderen auf N-Stufe 2 mit der Versuchsperiode von Frühjahr 1973 bis Winter 1974/75.

Vergleicht man den Nährstoffgehalt dieser Schichten mit dem jeweiligen Endzustand, dann ist für Gesamtstickstoff, besonders bei Aufbau A, eine Verringerung des N-Gehalts festzustellen. Auch hat der P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Gehalt in Aufbau A abgenommen, er ist bei den Aufbauten B und C aber in den sandreichen Tragschichten eindeutig gestiegen (Tab. 7 und 8). Auch der Kaligehalt hat sich bei den Aufbauten B und C vergrößert.

Tab. 7: Veränderung des Nährstoffgehaltes im Bodenaufbau  
(N-Stufe 1)

	Ges.-N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100 g	K <sub>2</sub> O mg/100 g
<b>Aufbau A - Oberboden 1,4,73</b>	0,311	11	9
Aufbau A - L 0 - 5 cm 1.3.76	0,123	9	10
5 - 10 cm 1.3.76	0,084	5	6
Aufbau A - R 0 - 5 cm 1.3.76	0,122	7	8
5 - 10 cm 1.3.76	0,087	5	6
<b>Aufbau B - Tragschicht 1,4,73</b>	0,037	1	1
Aufbau B - L Tragschicht 1.3.76	0,026	7	5
Aufbau B - R Tragschicht 1.3.76	0,024	4	5
<b>Aufbau B - Unterboden 1,4,73</b>	0,115	4	6
Aufbau B - L Unterboden 1.3.76	0,088	4	6
Aufbau B - R Unterboden 1.3.76	0,098	4	6
<b>Aufbau C - Tragschicht 1,4,73</b>	0,044	2	9
Aufbau C - L 0 - 5 cm 1.3.76	0,040	5	19
5 - 10 cm 1.3.76	0,037	3	16
Aufbau C - R 0 - 5 cm 1.3.76	0,022	4	16
5 - 10 cm 1.3.76	0,033	3	16

Tab. 5: Veränderung des Nährstoffgehaltes im Bodenaufbau (N-Stufe 2)

	Ges.-N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100 g	K <sub>2</sub> O mg/100 g
<b>fbau A - Oberboden 1,4,75</b>	<b>0,311</b>	<b>11</b>	<b>9</b>
fbau A - L 0 - 5 cm 1,3,75	0,119	10	13
5 - 10 cm 1,3,75	0,076	4	7
fbau A - B 0 - 5 cm 1,3,75	0,126	15	13
5 - 10 cm 1,3,75	0,101	6	8
<b>fbau B - Tragschicht 1,4,75</b>	<b>0,037</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
fbau B - L Tragschicht 1,3,75	0,034	6	5
fbau B - B Tragschicht 1,3,75	0,034	11	5
<b>fbau B - Unterboden 1,4,75</b>	<b>0,115</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
fbau B - L Unterboden 1,3,75	0,126	5	9
fbau B - B Unterboden 1,3,75	0,099	3	10
<b>fbau C - Tragschicht 1,4,75</b>	<b>0,044</b>	<b>2</b>	<b>9</b>
fbau C - L 0 - 5 cm 1,3,75	0,060	8	18
5 - 10 cm 1,3,75	0,042	3	20
fbau C - B 0 - 5 cm 1,3,75	0,038	9	18
5 - 10 cm 1,3,75	0,050	2	18

läßt man diese Ergebnisse zusammen, dann ist im Laufe der Düngungsperiode eine Änderung des Gehalts an Nährstoffen eingetreten, wobei sich der Gesamtstickstoffgehalt verringert hat. Dagegen stieg der Gehalt an P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub>O in den Aufbauten B und C, zumindest in der Oberschicht von 0-5 cm, an. Insbesondere für Stickstoff kann man daraus eine nennenswerte Nährstoffanspruchnahme, besonders im Oberbodenaufbau A, ableiten.

#### Diskussion der Ergebnisse

Das Hauptziel dieses Teiles der Arbeit bestand darin, einen Überblick über das Ausmaß von Nährstoffverlusten durch Auswaschung bei verschiedenen Rasenaufbauten zu gewinnen.

Es ist zunächst festzustellen, daß die größte Stickstoffauswaschung sowohl bei einem Oberbodenaufbau als auch bei einem oberbodenarmen, doch sehr wasserundurchlässigen Sportplatzaufbau eintrat; sie war bei einem Bodenaufbau mit einer dünnen durchlässigen Tragschicht auf Unterboden geringer. Werden die Auswaschungsverluste an N beim Sportplatzaufbau C auf dessen Durchlässigkeit zurückgeführt, so stehen sie bei dem Bodenaufbau aus Oberboden sicher mit dessen Stickstoffnachlieferung in Verbindung.

Durch Erhöhung der Nährstoffzufuhr um fast 100% vergrößerte sich der Stickstoffaustrag, jedoch bei weitem nicht im Verhältnis zur Nährstoffsteigerung. Wohl aber ist den Ergebnissen ein gewisser Einfluß der Düngertypen zu entnehmen. Bei Düngung mit Rasenfloranid (20% J, davon 11% Isodur) im 2monatigen Abstand lag die J-Auswaschung bei 14 von 15 Vergleichsmöglichkeiten etwas über dem N-Austrag der monatlich mit halber N-Menge in Form von Kalkammonsalpeter im Wechsel mit Schwefelsaurem Ammoniak versehenen Versuchsserie. Dieses Ergebnis steht in prinzipieller Übereinstimmung mit den Befunden von JUNG und DRESSEL (1974), die für Crotonylidendiharnstoff in 2 von 3 Versuchen mit Ackerkulturen höhere Sickerverluste als für Kalkammonsalpeter feststellten. Nach den eigenen Untersuchungen dürften hierfür die in der vegetationsarmen Winterzeit auftretenden Auswaschungen bestimmend sein, die sich aus höherem Gehalt und größerer regelmäßiger Sickerwassermenge ergeben.

In Übereinstimmung zu JUNG und DRESSEL (1974) befindet sich ferner die ermittelte Ausnutzungsrate, sofern ein Vergleich zulässig ist. Sie wird von diesen Autoren mit 60 bis 80% angegeben und in dieser Größenordnung auch im durchgeführten Versuch erreicht.

Für Phosphorsäure wird die geringe Beweglichkeit auch unter den Bedingungen eines relativ flachen Rasenlysimeters bestätigt. Geringfügig erhöhte Sicker-mengen deuten sich bei dem an sich sehr niedrigen P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Austrag nur an. Andererseits ist ebenso wie bei Kali eine Anreicherung der Tragschichten, vor allem bei den Aufbauten B und C, durch Düngung eingetreten, wie sie für obere Schichten von Ackerboden auch von WIECHMANN (1968) festgestellt wurde.

Fragen wirft die extrem abweichend hohe Auswaschung von Kali in Aufbau C auf. Hier ist zu klären, ob es sich vorrangig um Auswaschung von Düngerkali handelt oder ob der Kaliaustrag auf den verwendeten Lavasand, also letztlich auf einen Versuchsfehler, zurückgeht.

Vor der Anlage des Versuches war der hohe K<sub>2</sub>O-Gehalt von Lava nämlich nicht bekannt. Er beträgt für das verwendete Material, das im Aufbau C einmal als Dränschicht und zum anderen zu 20 Vol.-% zur Herstellung der Tragschicht verwendet wurde, 27 mg/100 g. Dieser hohe Kaligehalt erklärt auch die Abweichung im Kaligehalt der Tragschichten der Aufbauten B und C. Für Lavasand als Ursache der Sickerverluste würde die extrem große Abweichung der Kali-Sickermenge sprechen, die bei Aufbau C 1973/74 fast 2000% der Aufbauten A und B beträgt und in den Jahren 1974/75 sowie 1975 auf 1000 bzw. 500-600% abfällt (Tab. 4). Gegen Lavasand spricht dagegen, daß der K<sub>2</sub>O-Gehalt des Schnittgutes bei dem ohne Nährstoffausgleich hergestellten oberbodenarmen Aufbau C trotz höherer Kalilwerte im Bodenaufbau stets erheblich geringer war (s. Teil I). Diese Tatbestände legen die Vermutung nahe, daß Kali in Lavasand, zumindest nicht in den ersten Jahren, in pflanzenverwertbarer Form vorliegt und der Kaliaustrag überwiegend durch Ausschwemmung von Feinteilen erfolgt. Eine derartige Annahme erscheint berechtigt, da nur das Sickerwasser des mit Lavasand hergestellten Aufbaues C Trübungen aufwies und die Sickermenge an Kali von Jahr zu Jahr systematisch abnahm. Ferner liegt die Kaliauswaschung bei doppelter Kaligabe (Düngungsstufe 2) im ganzen nur unwesentlich höher.

Das schließt eine Mitverantwortlichkeit des durchlässigen Sportfeldaufbaues C für Kali - sowie für Stickstoff - nicht aus, doch erwies sich bei anderen besser vergleichbaren Versuchen die zugeführte lösliche Nährstoffmenge an N und K<sub>2</sub>O für den Nährstoffaustrag durch Sickerwasser bestimmender als Unterschiede im Bodenaufbau (SKIRDE 1976).

Damit kann abschließend festgehalten werden, daß auf Düngung zurückzuführende Nährstoffverluste durch Auswaschung bei Rasenflächen an sich und auch bei durchlässig gebauten Rasensportflächen nicht extrem hoch sind. Sie scheinen nach den Ergebnissen der länger durchgeführten Düngungsstufe 1 sich ferner später zu verringern.

Übertragen auf praktische Verhältnisse muß zusätzlich bedacht werden, daß sich die Auswaschungssituation dort weniger intensiv als in kleinflächigen Lysimetern gestaltet, die unmittelbar mit einer Auffangvorrichtung für Sickerwasser verbunden sind. Bei Rasenflächen muß das Sickerwasser einen weiten Sickerweg bis zur Dränung zurücklegen, dies selbst bei Sportfeldaufbauten, wo es unter den Verhältnissen eines undurchlässigen Baugrundes im Zusammenwirken von Baugrund und Dränschicht einige Meter horizontal der Dränung

zufießt, nachdem es zuvor vertikal von der Oberfläche zum Baugrund gesickert ist.

### Literatur

- JUNG, J., 1972: Faktoren der Stickstoffauswaschung aus dem Oberboden und Beziehungen zum Gewässerschutz. Landw. Forschung XXV. 336-354.
- JUNG, J. u. J. DRESSEL, 1974: Über das Auswaschungsverhalten verschiedener N-Formen im Lysimeterversuch. Z. Acker- u. Pflanzenbau 140. 1-10.
- JUNG, J. u. S. JÜRGENS-GSCHWIND, 1973: Die Stickstoffbilanz des Bodens. Landw. Forschung II. Sonderheft. 57-77.
- JÜRGENS-GSCHWIND, S., 1974: Stickstoff-, Phosphat- und Kaliumkreislauf in Grünlandböden. BASF-Mitt. f. d. Landbau 3. 47 S.
- KRADEL, J., 1972: Landwirtschaft zwischen Agrarchemikalien und Verbraucherwünschen. BASF-Mitt. f. d. Landbau. Dez.-Heft, 15 S.
- PFAFF, C., 1963: Das Verhalten des Stickstoffs im Boden nach langjährigen Lysimeterversuchen. Z. Acker- u. Pflanzenbau 117. 77-99.
- SIEGEL, O., 1972: Düngung und Umweltschutz. Mitt. d. DLG 87. 611-614
- SKIRDE, W., 1976: Untersuchungen zur Verwendung von Klärschlamm im Grünflächen- und Sportplatzbau. II. Ergebnisse im Versuchsjahr 1975 RASEN-Grünflächen, Begrünungen 7. 2-10.
- VOMEL, A., 1973: Nährstoffverlagerung in Ackerböden. Kali-Briefe, Fachgeb. 3. 9. Folge, 6 S.
- WERNER, W., 1974: Zur Frage des Einflusses der Phosphatdüngung auf die Eutrophierung der Gewässer. Kali-Briefe, Fachgeb. 8. 1. Folge, 9 S.
- WIECHMANN, H., 1968: Phosphor-Verteilung in Böden und deren Kornfraktionen bei Düngung mit Superphosphat und Thomasphosphat. Kali-Briefe, Fachgeb. 1. 1. Folge, 8 S.

Verfasser: Dr. W. SKIRDE, Justus Liebig-Universität Gießen, Schloßgasse 7, 6300 Gießen.

## Bodennahe Temperatur- und Feuchtverhältnisse auf Sportplätzen mit verschiedenem Spielfeldbelag

L. Köck, Rinn

### Zusammenfassung

Untersuchungen der bodennahen Temperatur- und Feuchteverhältnisse wurden an drei nebeneinander liegenden Sportplätzen am südlichen Stadtrand von Innsbruck auf einem Rasen-, Sand- und Kunststoffplatz (Poligras) durchgeführt. Die Messungen erfolgten mit Thermohygrographen an Schön- und Wechselwettertagen.

Die höchsten Temperatur- und niedrigsten Feuchtwerte sind auf Sand und Kunststoffplatz, wobei zusätzlich auch die Erwärmung auf diesen Plätzen im Tagesgang länger anhält. Die idealsten klimatischen Bedingungen für den Spieler liefert der Rasenplatz, da auch bei höheren Temperaturen und trockenem Wetter besonders die Feuchte recht optimale Werte erreicht. Unabhängig von der Witterung sind um 20 Uhr die Verhältnisse, auf den jahreszeitlichen Meßtermin bezogen, gleich. Temperatur- und Maximamittelwerte 2 m über dem Boden können eine gute Information über die klimatischen Bedingungen in Bodennähe von Sportplatzanlagen liefern.

Um genauere und sicherere Erkenntnisse zu gewinnen, sollten Messungen an verschiedenen Standorten und öfters während der Dauer der Spielsaison durchgeführt werden.

### Summary

Comparisons of temperature and humidity at ground level were made on three adjacent sports grounds on the southern outskirts of Innsbruck - one turf, one sand and one synthetic (Poligras). The records were taken with thermohygrographs in both sunny and changeable weather.

Sand and Poligras pitches show the highest temperature and the lowest humidity, and retain heat longer. Turf pitches, however, provide the best climatic conditions for the player, for even with high temperatures and dry weather conditions, the humidity is at the optimum. Regardless of the weather, the 8 p. m. means obtained at the end of the recording season are the same. The mean maxima of temperature and humidity 2 m above the ground can provide useful information on the climatic conditions of sports grounds at ground level. To obtain more accurate and reliable information records should be made frequently, a different positions, during the playing season.

### Résumé

Les variations de la température et de l'humidité au ras du sol ont été étudiées sur trois terrains de sport voisins situés dans la banlieue sud d'Innsbruck. Il s'agissait d'un terrain engazonné, d'un terrain de sable et d'un terrain artificiel (Poligras). Les mesures furent effectuées à l'aide de thermohygrographes, par beau temps et par temps variable. Les températures les plus élevées et l'humidité la plus basse ont été enregistrées sur le terrain de sable et sur le terrain artificiel; de plus le réchauffement de ces terrains pendant le jour se maintient plus longtemps. Le terrain engazonné offre au joueur les meilleures conditions climatiques, car même par temps sec et très chaud l'humidité y atteint des valeurs optimales. Indépendamment des conditions atmosphériques les valeurs moyennes mesurées à 20 heures sont à peu près les mêmes pour une même saison. Les températures et les moyennes maximales enregistrées à 2 mètres au-dessus du sol peuvent fournir de bonnes informations sur les conditions climatiques qui règnent au ras du sol. Afin d'obtenir des résultats plus exacts et plus sûrs il serait préférable d'effectuer des mesures à plusieurs endroits et à plusieurs reprises pendant la période de jeux.

### Einführung

Der Einfluß, den Witterungsparameter (Temperatur, Feuchte, Wind ...) auf die landwirtschaftliche Nutzanwendung, auf die Aktivität im menschlichen und tierischen Bereich sowie auf die Sicherung von Leben im allgemeinen ausüben, ist hinreichend bekannt. Obwohl keine Modifizierung dieser Faktoren in größerem Ausmaß möglich ist, lassen sich nach besserer Kenntnis der meteorologischen Verhältnisse ungünstige Auswirkungen teilweise vermeiden.

So begegnen wir im landwirtschaftlichen Bereich einem Wirtschaftszweig mit hohem ökonomischen Nutzeffekt.

Daß man noch weit davon entfernt ist, diesen Effekt voll auszunützen, liegt aber in der Vielfalt der meteorologischen Probleme, welche dem Landwirt gegenüber auftreten. Zudem fehlt oft auch der nötige Kontakt zwischen ihm und dem Klimatologen. Ebenfalls liefert die Meteorologie für den Verkehr durch Auswahl von Routen bzw. der entsprechenden Einrichtungen großen ökonomischen Nutzen. Besondere Bedeutung für die Gesundheit haben Untersuchungen über Wasserqualität, die Reinhaltung der Luft, das Wohnklima, bioklimatische Studien über das Verhalten des Organismus bestimmten Reizeinflüssen gegenüber.

Auf Grund einiger Messungen versuchten wir nun, einige Informationen darüber zu gewinnen, wie sich Temperatur und Feuchte auf Sportplätzen mit verschiedenem Spielfeldbelag bei Schön- und Wechselwetter verhalten.

### Material und Methoden

Für die Durchführung der Messungen wählten wir die Sportplatzanlagen auf dem „Tivoli“ am südlichen Stadtrand von Innsbruck. Der Standort hat hierfür insofern bestens geeignet, da drei Spielplätze direkt aneinander grenzen. Es sind dies ein Rasen- und Sandplatz in der Spielfeldgröße den Normen entsprechend und ein flächenmäßig kleinerer Platz mit Poligrasbelag (Kunststoff).

Als Meßgeräte dienten Thermohygrographen von THIESS und FUESS mit verschiedenen Meßbereichen. Die Aufstellung erfolgte etwa auf der Mittellinie 30 m vom Torraum entfernt. Sie wurden auf einer 5 cm starken weißen Unterlage aufgestellt und mit einer ebenfalls 1 mm starken weißen Papierfolie abgedeckt, um so eine durch die Sonnenstrahlung mögliche Eigenerwärmung auszuschalten (siehe Abb.). In gleicher Weise wurde ein Meßgerät auf natürlich bewachsenem Boden am Rande der Anlagen unter Schatten 2 m über dem Boden aufgestellt. Zur Feststellung der Abweichungen wurden diese vor Inbetriebnahme mit Eichthermometern geeicht, um bei der Auswertung der Registrierstreifen die entsprechenden Korrekturen vornehmen zu können. Die Messungen erfolgten an drei aufeinander folgenden Tagen vom 26. bis 28. August 1976, wobei der 1. Tag als Schönwettertag, die zwei folgenden als Wechselwettertage bezeichnet werden können, wie dies aus den angeführten Parametern zu ersehen ist.

Tag	Sonnenscheindauer (in Stunden)	Bewölkungsmenge (Skala 0–10)
26. 8. 1976	11,5	2,7
27. 8. 1976	8,9	8,3
28. 8. 1976	8,6	6,7

Tabelle 1: Tagesgang der Temperatur und der Feuchte am 26. 8. 1976 (Schönwettertag)

Zeit	Poligrasplatz		Sandplatz		Rasenplatz		2 m über dem Boden Temperatur in °C
	Temperatur in °C	Feuchte (*) in %	Temperatur in °C	Feuchte in %	Temperatur in °C	Feuchte in %	
8–9 Uhr	16,8	49	17,5	49	23,0	64	15,0
9–10 Uhr	25,4	48	23,0	47	25,6	63	17,5
10–11 Uhr	26,4	44	24,1	47	27,5	61	19,0
11–12 Uhr	26,9	42	26,8	44	27,4	59	15,6
12–13 Uhr	28,7	35	28,2	38	28,8	52	20,6
13–14 Uhr	31,5	33	30,1	33	29,9	46	22,6
14–15 Uhr	<b>32,7</b>	28	31,3	32	<b>30,1</b>	44	22,6
15–16 Uhr	30,8	37	<b>33,0</b>	31	28,5	49	22,2
16–17 Uhr	27,8	44	29,1	34	26,3	51	21,1
17–18 Uhr	22,5	53	28,8	39	19,7	63	20,0
18–19 Uhr	21,0	48	16,2	70	15,2	82	15,8
19–20 Uhr	16,8	68	14,6	88	14,7	84	15,0

(\*) Haarhygrometer

Tabelle 2: Zusammenfassende Meßergebnisse bei unterschiedlichen Wetterbedingungen

Platzart	Temperaturen in °C				Absolutes Maximum	Feuchte in % Mittel 8–20 Uhr	2 m über dem Boden Temperaturen in °C	
	Mittel 8–20 Uhr	Absolut 18 Uhr	Absolut 19 Uhr	Absolut 20 Uhr			Mittel 8–20 Uhr	Absolutes Maximum
26. 8. 1976: 1. Poligrasplatz	25,6	22,5	21,0	16,8	34,0 (14–15 Uhr)	44,1	20,1	22,6
2. Sandplatz	25,2	28,8	16,2	14,6	34,9 ( 16 Uhr)	46,0		
3. Rasenplatz	24,7	19,7	15,2	14,7	31,5 (14–15 Uhr)	59,8		
27. 8. 1976: 1. Poligrasplatz	21,3	18,2	16,0	15,3	27,7 (14–15 Uhr)	44,0	<b>18,1</b>	<b>20,7</b>
2. Sandplatz	20,9	18,4	16,0	15,6	28,1 ( 14 Uhr)	54,0		
3. Rasenplatz	19,8	16,7	16,0	14,9	26,9 (14–15 Uhr)	60,0		
28. 8. 1976: 1. Poligrasplatz	20,4	19,5	18,0	15,0	26,9 (14–15 Uhr)	49,0	18,2	20,6
2. Sandplatz	19,4	21,9	21,0	15,7	28,1 ( 14 Uhr)	52,0		
3. Rasenplatz	18,6	19,5	19,0	15,2	25,7 (14–15 Uhr)	59,0		

### Ergebnisse

In Tabelle 1 sind die mittleren Stundenwerte für Temperatur und Feuchte am Schönwettertag angeführt, um einen Einblick über den Tagesgang zu erhalten. Den zeitlichen Bereich für den Tagesgang setzten wir mit 12 Stunden von 8–20.00 Uhr fest. Auf Grund der Registrierung zeigte sich, daß vor und nach diesem Zeitpunkt keine wesentlichen Abweichungen der Werte mehr bestehen.

Für alle drei Platzarten gilt, daß die Stundenmittelwerte weit über jenen der 2 m Werte liegen. Beim Rasenplatz tritt gegenüber dem Poligras- und Sandplatz mit 23,0° C eine frühere Erwärmung und mit 19,7° C auch eine frühere Abkühlung bei sonst tagsüber verhältnismäßig konstanten Werten ein. Im Tagesablauf am stärksten erwärmt sich der Sandplatz mit 33,0° C, gefolgt vom Poligrasplatz mit 30,1° C.

Besonders interessant verhalten sich die Werte für die Feuchte. Diese liegen beim Rasenplatz durchgehend am höchsten und sinken beim Poligrasplatz bis 28 am tiefsten ab. Bei etwa gleichbleibenden Temperaturwerten zwischen 12–13.00 Uhr zeigt sich weiters eindeutig, daß die Feuchteverhältnisse beim Poligrasplatz mit 35 und beim Sandplatz mit 38 bedeutend tiefer liegen als beim Rasenplatz mit 52.

In Tabelle 2 sind die Werte aller drei Meßtage zusammengestellt. Es sind dies die Mittelwerte für die Temperatur und die Feuchte von 8–20.00 Uhr, die Absolutwerte für 18.00, 19.00 und 20.00 Uhr, das absolute Maximum und zum Vergleich die 2 m Werte über dem Boden.

Es zeigt sich, daß die Temperaturmittel am Schönwettertag wesentlich höher liegen gegenüber den Wechselwettertagen, wobei jeweils beim Rasenplatz die Werte am niedrigsten sind. Das gleiche gilt für die absoluten Maxima. Umgekehrt ist verständlicherweise die Feuchte



Abb. 1: Thermohygrograph auf Poligrasplatz

am Schönwettertag am niedrigsten. Der Rasenplatz bietet auch hier wiederum die günstigsten Verhältnisse. Die absoluten Maxima liegen im Tagesablauf beim Poligras- und Rasenplatz einheitlich zwischen 14.00 Uhr und 15.00 Uhr, beim Sandplatz am Schönwettertag etwas später um 16.00 Uhr und an Wechselwettertagen etwas früher um 14.00 Uhr.

Die angeführten Absolutwerte um 18.00 Uhr, 19.00 Uhr, 20.00 Uhr zeigen, daß um 18.00 Uhr am Schönwettertag der Sandplatz mit  $28,8^{\circ}\text{C}$  noch stark erwärmt ist, während alle übrigen Werte schon wesentlich niedriger liegen. Unabhängig vom Spielfeldbelag und der Witterung ergeben sich etwa um 20.00 Uhr keine Unterschiede mehr, das heißt, die klimatischen Bedingungen sind zu diesem Zeitpunkt für den Sportler gleich. Ein Vergleich der Werte 2 m über dem Boden läßt den Schluß zu, daß bei einem Temperaturmittel ab  $18^{\circ}\text{C}$  und einem absoluten Maximumwert ab  $20^{\circ}\text{C}$  die starke Differenzierung der Erwärmung in Bodennähe beginnt. In Tabelle 3 wird noch eine kurze Zusammenstellung über die Mittelwertabweichung der Temperatur und Maxima 2 m über dem Boden und den Sportplätzen

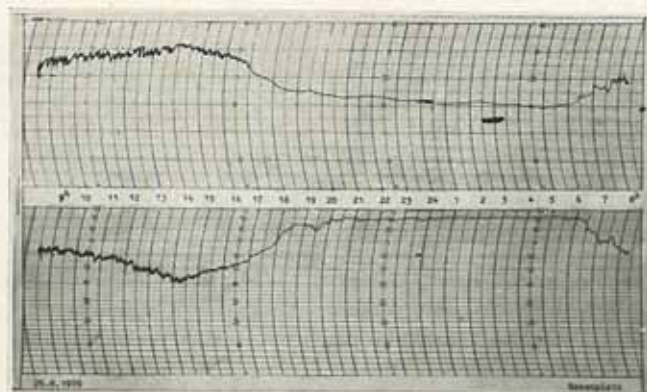


Abb. 2: Thermohyogramm des Rasenplatzes

mit unterschiedlichem Spielfeldbelag angeführt. Diese Abweichungen sind am Schönwettertag recht bedeutend, vor allem was das Maximum betrifft.

Abschließend sei vermerkt, daß diese wenigen Messungen zunächst nur eine Vorinformation liefern sollten, aber dennoch eine recht gute Aussage über die klimatischen Bedingungen auf Sportplatzanlagen in Abhängigkeit der Witterung erlauben. Es ist sicher anzunehmen, daß derartige Untersuchungen größeren Umfanges an verschiedenen Standorten abgesichertere Ergebnisse bringen würden.

#### Literatur

- MAYR, E., 1964: Die Bedeutung registrierender Meßstellen für die Beurteilung der wahren Bodentemperaturen im Ackerland. *Schriften* 236, 49–55.
- MÜLLER, W., 1973: Agrarmeteorologische Untersuchungen des Wärme- und Wasserhaushaltes im Bereich landwirtschaftlicher Kulturen. *Wetter und Leben* 25, 97–112.
- SKODA, G., 1969: Der ökonomische Nutzen der Meteorologie. *Wetter und Leben* 21, 149–155.

Verfasser: Dir. Dipl. Ing. L. KOCK  
Landesanstalt für Pflanzenzucht und Samenprüfung in Rinn  
bei Innsbruck, Tirol – A. 6074

Tabelle 3:

	Temperaturmittelabweichung gegenüber 2 m über dem Boden am			Absolute Maxima-Abweichung gegenüber 2 m über dem Boden am		
	26. 8.	27. 8.	28. 8.	26. 8.	27. 8.	28. 8.
1. Poligrasplatz	5,5	3,2	2,2	11,4	7,0	6,3
2. Sandplatz	5,1	2,8	1,2	12,3	7,4	7,5
3. Rasenplatz	4,6	1,7	0,4	8,9	6,2	5,1

# Comparative Advantages of Soil-less Sod for Kentucky Bluegrass Propagation\*

A. J. Turgeon, Urbana/Illinois

## Summary

The introduction of washed, soil-less sod for establishing Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) turf offers some distinct advantages over conventional, unwashed sods including lighter weight of the sod rolls and elimination of the foreign soil layer within the sod at the transplant site. Studies were undertaken to determine the comparative rooting and moisture retention of washed and unwashed, muck-grown 'A-20' Kentucky bluegrass sods as affected by different climatic and soil conditions. Results showed that washed sod rooted faster than unwashed sod under the moderate temperatures of mid-spring, but that the washed sod was more prone to desiccation injury during mid-summer stress conditions. In spring, washed sod rooted faster in sand than in a Flanagan silt loam (Aquic Argiudoll) soil. However, in the summer greater sod rooting strength was measured on soil than on a sand planting medium. Unwashed sod was twice as heavy and retained substantially more water at saturation compared to washed sod.

## Introduction

Sodding has become a very popular method of turfgrass propagation for sites where it is desirable to obtain quality turf quickly. A new approach to sodding was introduced by Warren's Turf Nursery with the development of soil-less sod from automated washing of the sod strips. Obvious advantages of soil-less sod include: lower shipping cost, easier handling of the sod at the transplant site, and elimination of the potentially troublesome interface between the soil carried with the sod and the soil at the transplant site. This latter advantage may be especially important where sod is laid on top of a sand growing medium such as that employed in some football field and golf putting green designs.

Soil-less sod is similar to thinly cut, conventional sod in that the ratio of turfgrass biomass to soil is substantially higher than that which occurs in sod harvested at greater thicknesses. DUNN and ENGEL (1971) determined that transplant rooting was superior from sod cut at 1.3 cm compared to 2.5 cm or 3.8 cm thicknesses. MADISON (1970) reported similar results, and he attributed this to increased root production from turfgrass shoots in the thinly cut Kentucky bluegrass sod. However, KING and BEARD (1972) found that sod cut at 2 cm produced superior rooting after transplanting compared to sod harvested at 1 cm, since the 1 cm sod was more prone to desiccation injury. In another study, KING and BEARD (1969) reported that muck-

## Zusammenfassung

Die Verwendung gewaschener, bodenarmer Soden (Fertigrasen) zur Anlage von *Poa pratensis*-Rasen bietet einige Vorteile gegenüber den konventionellen ungewaschenen Soden, einschließlich eines geringeren Gewichtes der Rollen sowie Ausschaltung der fremden Bodenschicht der Soden für die Andeckfläche. Untersuchungen wurden durchgeführt, um vergleichsweise die Bewurzelung und Wasserrückhaltung gewaschener und ungewaschener auf Torferde angezogener Soden von "A-20" - *Poa pratensis* unter dem Einfluß verschiedener Klima- und Bodenfaktoren zu ermitteln.

Die Ergebnisse zeigten, daß gewaschene Soden schneller als ungewaschene unter mittleren Temperaturen im Frühjahr wurzelten, daß ungewaschene Soden aber anfälliger gegenüber den Streßverhältnissen des Mittsommers waren. Im Frühjahr wurzelten gewaschene Soden schneller in Sand als in einem Schlufflehm-Boden. Demgegenüber war die Bewurzelungsfestigkeit im Sommer auf Boden größer als auf Sand. Ungewaschene Soden waren im Vergleich zu gewaschenen Soden zweimal so schwer und hielten im gesättigten Zustand wesentlich mehr Wasser zurück.

## Résumé

L'utilisation de plaques de gazon nettoyées et démunies de terre (Gazon précultivé) pour l'installation de pelouses de *Poa pratensis* présente par rapport aux plaques traditionnelles non nettoyées certains avantages tels qu'un poids moindre des rouleaux et que l'élimination de sol étranger. On a fait des études pour comparer l'enracinement et la rétention en eau de plaques nettoyées et de plaques non nettoyées de «A-20»-*Poa pratensis* précultivées sur un terreau de tourbe, vis-à-vis de différents facteurs climatologiques et pédologiques.

Les résultats ont montré que les plaques nettoyées enraccinent plus rapidement au printemps par des températures moyennes que les plaques non nettoyées, mais qu'en même temps elles supportent moins bien les périodes de sécheresse de l'été. Au printemps les plaques nettoyées enraccinent plus vite sur du sable que sur un sol limoneux. Par contre la solidité de l'enracinement en été est plus importante sur sol que sur sable. Les rouleaux non nettoyés sont deux fois plus lourds que les plaques nettoyées et retiennent à l'état saturé considérablement plus d'eau.

grown sod rooted better than sod grown on mineral soil. In contrast, DUNN and ENGEL (1970) found that sod rooting varied more by sod source than by soil type.

The purpose of this study was to determine the relative short-term advantages and disadvantages of washed, soil-less sod compared to unwashed muck-grown sods of A-20 Kentucky bluegrass.

## Materials and Methods

Sod sections of 18-month-old A-20 Kentucky bluegrass measuring 23 by 28 cm, and 1.8 cm thick, were washed completely free of muck soil and planted in root observation boxes containing soil or sand. The wooden boxes had 23 x 28 x 45 cm inside dimensions with a glass-faced front that sloped inward from the top front edge to the base. The glass front was covered with a removable plywood panel to prevent negative phototropic root response. The soil medium for this and subsequent experiments was a Flanagan silt loam (Aquic Argiudoll) at a pH of 6.6. A coarse-textured, torpedo-grade sand was used as an alternative planting medium. Unwashed, muck-grown sod sections were also planted on each soil type for comparison. A watersoluble 10-6-4 (N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O) analysis fertilizer was surface-applied to the sod immediately after transplanting to supply 60 kg N/ha. Each treatment combination was replicated 3 times, and the boxes were arranged in a completely randomized design, outside of and immediately adjacent to the south side of a metal building. Irrigation was performed twice daily to maintain the sod in a moist condition. After 13 days, the number of roots intersecting a line positioned 5 cm below the sod-soil interface were counted. The experiment was conducted twice in May and twice again in July.

Washed and unwashed, muck-grown sod sections measuring 30 by 30 cm, and 1.8 cm thick, were placed in metal rooting

\* Contribution from the Illinois Agricultural Experiment Station, Urbana, IL 61801, U.S.A.

screens which were, in turn, firmly placed onto soil or sand media for determinations of sod rooting strength in July. Each rooting screen was constructed from four 30 cm lengths of 1.9 cm angle iron which were welded at each end to form a square frame with an inside area of 900 cm<sup>2</sup>. Expanded wire mesh screen, with 1 cm<sup>2</sup> quadrangular openings was cut to fit into each angle iron frame and welded. A 7.5 mm hole was drilled through the angle iron near each corner of the frame, and the screens were painted to prevent rust. The sand and soil planting media were placed into equal halves of a wooden frame, constructed from 5 by 20 cm boards, measuring 2.6 by 2.6 m and 20 cm deep. The bottom and sides of the wooden frame were lined with perforated plastic sheets to isolate the planting media from the underlying soil. The wooden frame was positioned outside and at least 30 m from any buildings or upright structures. Fertilization and irrigation of the sod sections were performed as in the previous experiment. Each treatment combination was replicated 6 times, and the rooting screens were arranged in a randomized complete block design on each type of planting medium. After 3 weeks, 4 hooks were attached to each screen, and the force required to extract the sod sections from the planting media was measured in a manner similar to that used by KING and BEARD (1969).

The contribution of sod moisture to the weight and surface area of the sod was determined by saturating 30 by 30 cm sections of washed and unwashed, muck-grown sod, and then measuring weight and surface area losses after drying the sod sections outside on washed pea gravel for 5 days. Each treatment was replicated 6 times in a completely randomized design in each of 2 experiments performed during late July, 1975.

### Results and discussion

Sod rooting from washed, soil-less sod was significantly better than that observed from the unwashed muck-grown sod following the May plantings (Figure 1-a). Although both types of sod appeared to root better in the sand, the increase in rooting between the washed and unwashed sods was more pronounced in sand than in the soil medium. When these experiments were conducted in July, under appreciably higher temperatures, no significant difference in sod rooting occurred in either planting medium or between planting media (Figure 1-b). Also, the washed sod had more desiccation injury than the unwashed sod following the July plantings (Figure 2). Since the root observation boxes were located immediately adjacent to, and south of, a metal building, mid-day temperatures were often higher than surrounding areas, and they frequently exceeded 37 C in July. Apparently, the absence of soil in the washed sod reduced the stress tolerance of the grass and therefore resulted in poorer sod rooting under conditions of mid-summer stress compared to the rooting that was



Figure 2: Desiccation injury in washed (left) and unwashed (right) A-20 Kentucky bluegrass sod due to summer heat stress.

observed following the spring planting. These results are consistent with those reported by KING and BEARD (1972); they observed that, with the greater soil removal that occurs with sod harvested at thinner soil depths, the sod was more prone to desiccation injury following transplanting. They also observed delayed rooting of sod transplanted onto dry soil compared to rooting in premoistened soil. Since sand becomes moisture deficient more rapidly than soil, especially under high temperatures, a moisture differential between the two planting media probably contributed to the reduced rooting of the washed sod that was planted in July.

The superior rooting observed from the washed sod sections that were planted in May, under moderate temperatures, was probably due to the closer proximity of the turfgrass crowns and rhizomes to the planting medium. Since MADISON (1970) determined that sod rooting results primarily from newly produced adventitious roots, better rooting would be anticipated from washed sod due to the close placement of root-producing organs over the planting medium. Elimination of a possible interface effect resulting from the placement of conventional, unwashed sod over a different soil type may have also contributed to the superior rooting from soil-less sod.

Measurements of sod rooting strength with the apparatus shown in Figure 3 showed significantly better rooting of the washed sod in soil compared to rooting of the unwashed sod (Figure 4). Also, the washed sod rooted significantly better in soil than in sand. Although this study was conducted in July at the same time as the summer series of rooting studies employing root observation boxes, results were different in that the washed sod did have significantly higher rooting strengths than the unwashed sod sections. It is relevant to note that the sod rooting strength study was performed in an open area located at least 30 m from any upright structures. Thus, temperature stress was not as severe as that which contributed to the desiccation injury of sod observed in the root observation boxes in July.

Better rooting strength was measured with sod planted in soil while in the spring studies conducted in root observation boxes more rooting was observed in the sand. The opposing results from these two studies were probably due to two factors: the sand offered less resistance to the physical extraction of roots, and the prevailing temperature differential between May and July resulted in more rooting in the sand during non-stress conditions in spring while the higher moisture retention of the soil was more favorable for rooting during the period of mid-summer stress.

Moisture loss with drying was greater in the washed sod than in the unwashed, muck-grown sod (Table 1). Calculations from the values in Table 1 show that a section of muck-grown A-20 sod, measuring approximately 900 cm<sup>2</sup>, contains 200 g of plant material, 627 g of

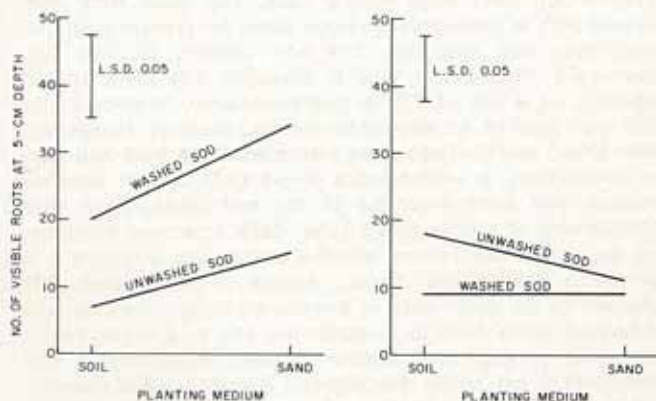


Figure 1: Sod rooting from washed and unwashed A-20 Kentucky bluegrass sod planted in spring (left) and summer (right) in soil and in sand.





Figure 3: Apparatus for measuring sod rooting strength.

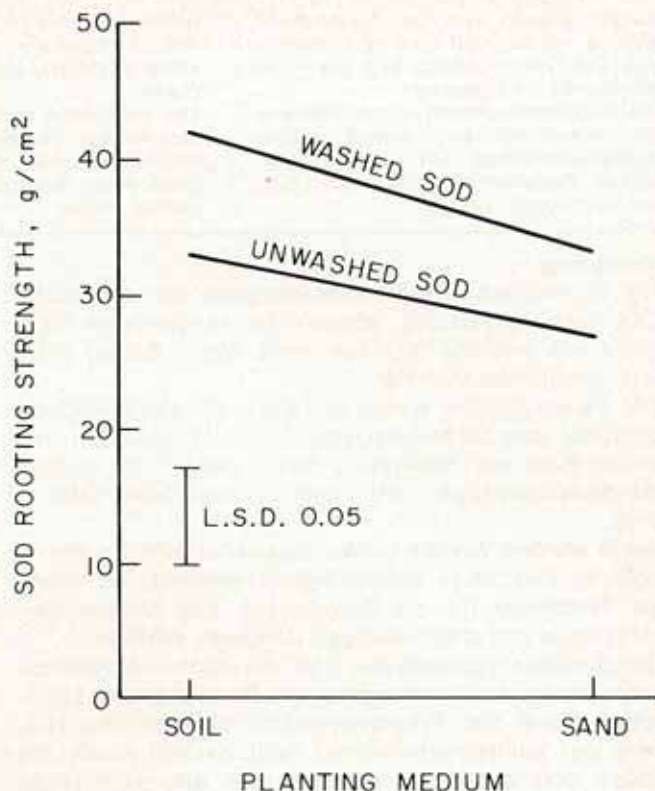


Figure 4: Sod rooting strength of washed and unwashed A-20 Kentucky bluegrass sod planted in summer.

nuck soil and up to 1026 g of water. Since soil-less sod only holds 826 g of water at saturation, soil removal from the sod by washing reduces the moisture retention capacity of the sod by over 30 percent. Presumably, this is an important factor contributing to the greater potential for desiccation injury in soil-less sod during mid-summer stress periods. Shrinkage of washed sod was not significantly greater than that measured in the unwashed sod sections.

Table 1: Effects of air drying on weight and area losses of washed and unwashed muck-grown A-20 Kentucky bluegrass sod.

Sod type	Sat wt, g	Dry wt, g	Loss, %	Sat area, cm²	Dry area, cm²	Loss, %
Unwashed	2052	827	59	916	787	14
Washed	1026	200	82	897	748	17
LSD 0.05	171	114	7	58	58	4
LSD 0.01	256	171	11	90	90	6

#### Literature

- DUNN, J. H. and R. E. ENGEL, 1971: Effect of defoliation and root-pruning on early root growth from Merion Kentucky bluegrass sods and seedlings. *Agron. J.* **63**: 659-663.
- DUNN, J. H. and R. E. ENGEL, 1970: Rooting ability of Merion Kentucky bluegrass sod grown on mineral and muck soil. *Agron. J.* **62**: 517-520.
- DUNN, J. H. and R. E. ENGEL, 1970: Root response of Merion Kentucky bluegrass sods to various nitrogen applications near the time of transplanting. *Agron. J.* **62**: 623-625.
- KING, J. W. and J. B. BEARD, 1969: Measuring rooting of sodded turfs. *Agron. J.* **61**: 497-498.
- KING, J. W. and J. B. BEARD, 1972: Postharvest cultural practices affecting the rooting of Kentucky bluegrass sods grown on organic and mineral soils. *Agron. J.* **64**: 259-262.
- MADISON, John H., 1970: Rooting from sod by *Poa pratensis* L. and *Agrostis tenuis* Sibth. *Crop Sci.* **10**: 718-719.

Verfasser: A. J. TURGEON, Associate Professor, Department of Horticulture, University of Illinois, Urbana/USA

## Berasungen und Bebuschungen von Trockenmauern an Wildbächen — Pflanzen als Böschungsfestiger —

E. Leys, Imst/Tirol

#### Zusammenfassung

In der Wildbachverbauung ist es oft möglich, eine harte Verbauung aus Stein durch Verwendung von Begrünungsmethoden in eine weiche Verbauung umzugestalten. Dieses Ziel versucht vorliegende Arbeit durch Fugen- und Kronenbepflanzung bei Trockenmauern aufzuzeigen. Eine jeweilige Kombination von Stein mit Begrünungen und Bebuschungen muß angestrebt werden, da Begrünungen wachsen und sich selbst erhalten, während totes Material durch Verwitterung, Abrieb und Verfall in seiner Substanz schwächer wird. Die einfachen Steinbauten mit Begrü-

#### Summary

In construction work connected with fast-flowing mountain streams it is often possible to use the soft qualities of green plant cover to modify the hardness of stonework. The project described here tried to demonstrate this with plantings in the joints and on the tops of dry stone walls. A combination of stone with green plant cover and bushes should be the objective, for the plants will continue to grow and maintain themselves, whereas non-living materials will deteriorate through weathering, abrasion and decay. Simple stone constructions with a

#### Résumé

Il est souvent possible de modifier la régulation de torrents faite à l'aide de pierres ou d'autres matériaux durs par l'utilisation complémentaire de verdure. C'est ce que cette étude essaie de démontrer en apportant l'exemple de plantation de verdure dans les joints de murs de pierres sèches et sur leurs arêtes. Il convient d'encourager l'utilisation combinée de pierres, de verdure et de buissons, car la verdure pousse et se maintient par elle-même, tandis qu'un matériau mort se dégrade sous l'effet des intempéries, de l'usure et de la vétusté. Les constructions simples de pierre et

nungen passen sich der Wildbachumgebung gut an und sind naturverbunden. Die Schutzfunktion und die Preisgünstigkeit sind gegeben. Die Wildbachlandschaft ist ein Bestandteil unserer Heimat und muß in ihrer wassertechnischen und lebensgestaltenden Funktion erhalten und weiter vervollkommen werden.

green cover are in harmony with nature and a stream's surroundings. They serve effectively for protection, and are cheap.

The landscape of mountain streams is part of our homeland and should be maintained and improved to achieve good water management and preserve natural riches.

de verdure s'adaptent bien à l'environnement du torrent et à la nature. Elles remplissent leur fonction de protection à un prix avantageux.

Les paysages de torrents constituent une partie de notre pays. Il convient de maintenir et de perfectionner la fonction hydrologique et écologique de ces torrents.

### Einführung

Die Baumethoden zur Uferbefestigung der Wildbäche sind sehr vielgestaltig, ebenso die verwendeten Baustoffe wie lebende Pflanzen, Holz, Stein, Beton, Stahl und künstliches Material.

Von diesen Stoffen nimmt der Stein als dauerhaftester Stoff bei den Sicherungsarbeiten an Wildbächen den ersten Platz ein. Ergänzend hierzu gehört die Pflanze als Bodenbefestiger und Landschaftsgestalter (Abb. 1 u. 2).

Heute werden Wildbachverbauungen aktuell, für die in früherer Zeit keine Notwendigkeit bestand, da durch die Wildbäche für die Bevölkerung und für die Verkehrswege seinerzeit weniger Gefahren drohten.

Die Bevölkerungszunahme und die damit verbundene Ausbreitung der Siedlungen, die Belegung der Landschaft durch den Fremdenverkehr, die intensive Nutzung der landwirtschaftlichen Kulturlflächen sowie die Güter- und Waldwege an Bachufern erfordern heute mehr Schutz.

Für die Wildbachverbauungen besteht die Aufgabe, die toten Baustoffe (Steine) mit lebenden Baustoffen (Pflanzen) zu verbinden. Diese Möglichkeit wird in diesem Bericht an Trockenmauern mit Berasungen und Beschungen aufgezeigt.

In Tirol befaßten sich damit vor allem u. a. W. HASSENTEUFEL (1958), A. CZELL (1971) und H. M. SCHIECHTL (1973). Im übrigen arbeiten in Tirol mit technischen und forstlich-biologischen Baumethoden die Wildbach- und Lawinerverbauungen, die Landesforstinspektionen, die Wasserbauverwaltungen und die Straßenbauämter. An der Forschung beteiligen sich die Forstliche Bundesversuchsanstalt Mariabrunn, Außenstelle Innsbruck, unter Prof. Dr. W. TRANQUILLINI, und die Landesanstalt für Pflanzenzucht und Samenprüfung in Rinn bei Innsbruck unter Dipl. Ing. L. KÖCK.

### Material und Methoden der Wildbachverbauung

Die Erosion eines Wildbaches hängt ab von der Stoßkraft des Wassers, die sich wiederum aus Wassermen-

ge, Gefälle und Wassergeschwindigkeit zusammensetzt, von der Breite des Bachbettes und von der Beschaffenheit der Sohlen- und Böschungsverhältnisse. Daher ist es notwendig, diese Faktoren für die Praxis der Bautypenanordnung richtig einzuschätzen.

Oft haben die natürlichen Böschungen nicht die entsprechende Widerstandskraft gegen die Erosionstätigkeit des Wassers, dies besonders bei Steilufeln, die aus glacialen Schottern und aus feinem Bodenmaterial bestehen. Diese Böschungen, im besonderen der Böschungsfuß, müssen gesichert werden. Dies kann bei bestimmten Verhältnissen mittels einfacher Steinbauweisen – z. B. mit Trockenmauern und Steinschichtungen – geschehen. Diese Methoden können sowohl im Unter-, Mittel- und im Oberlauf nur bei geringem Gefälle angewendet werden.

Die Erfahrungen haben gezeigt, daß für grobe Steinschichtungen mit flachen Böschungen als Uferschutz (Längswerke) bis zu ca. 3% Bachgefälle in den Gebirgsbächen mit steiniger Sohle keine Sohlengurte oder Sporne benötigt werden. Dagegen ist eine genügend tiefe Fundierung von ca. 0,8–1,2 m bzw. eine Vorfeldsicherung mit Großsteinen zur Standfestigkeit des Uferschutzes notwendig. Bei über 3% Sohlengefälle sind die Uferschutzmauern gegen Unterwaschungen mit Grundschrillen, Sohlenschutz usw. zu sichern. Die Neigungen der befestigten Böschungen sollen möglichst zwischen 2:1 und 1:2 betragen.

### 1. Steinmaterial

Zu Trockenmauern (Steinschichtungen) sollte nur hartes Gestein, das gesund, wasserfest und widerstandsfähig ist, verwendet werden. Es eignen sich alle Gesteine, die dauerhaft sind, z. B. Granit, Gneis, dichte Schiefersteine und feste Kalksteine.

Die Steine müssen größer und schwerer sein als das Geschiebekorn, das der Wildbach am Verbauungsort bewegen kann. In der Praxis wird der Stein so groß gewählt, wie er zu bekommen ist und noch mit herkömmlichen Mitteln, z. B. mit Arbeitern und Erdbau-



**Abb. 1:**  
Im Vordergrund:  
Regulierung in  
Zementmörtel-  
mauerwerk mit  
totem Material.  
Im Hintergrund:  
Steinregulierung  
mit Fugen- und  
Kronenbegrünung  
aus lebendem  
Material



**Abb. 2:**  
Regulierung mit  
Schilfbewuchs im  
oberen Teil der  
Böschung



**Abb. 3:** Die unbearbeiteten Kalksteine sind durch Hängepflanzen teilweise abgedeckt. Eine Erdmaterialfüllung in den Fugen fehlt

maschinen bewegt werden kann. Hierfür sollen hauptsächlich kantige Bruchsteine oder Findlinge gewählt werden und nicht sogenannte Bachkugeln ohne Lager. Um Kosten zu sparen, sind die Steine nicht zu bearbeiten. (Abb. 3)

## 2. Pflanzenmaterial

An Bachrändern dient die Pflanze als Böschungsfestiger. Gegenüber den toten Baustoffen wird die Pflanze durch ihr Wachstum von Jahr zu Jahr kräftiger und stellt daher in der Biotechnik einen hochwertigen Baustoff dar.

Die biologischen Maßnahmen haben vor allem das Ziel, eine standortgemäße Vegetationsgesellschaft einzuleiten, die Erosion zu verhindern, das Landschaftsbild zu verbessern und eine Heimat für Kleintiere und Insekten zu bieten.

Entscheidend sind die Auswahlgesichtspunkte für die Pflanzenarten. Diese können getroffen werden

- nach ökologischen und soziologischen Gesichtspunkten, z. B. nach Trockenheit, Feuchtigkeit, Kalk oder Kristallin, Kälte, Hitze, Pflanzengesellschaft entsprechend des Standortes;
- nach dem Endziel der Grünverbauung, z. B. Rasen, Buschwald, in Kombination von beiden, Schlußgesellschaft;
- nach der Vermehrbarkeit, generative Vermehrung wie Saat, Pflanzung, Ver-



**Abb. 4:** Steinschale mit Fugenbepflanzung. Im Bereich des ständigen Wasserflusses sind die Kalksteine sichtbar

setzen von Wildlingen; – vegetative Vermehrung wie Trieb-, Ast- und Wurzelstecklinge, Wurzelstock- und Horstteilung;

- nach der Resistenz gegen mechanische Beanspruchung, z. B. nach Geschiebetrieb, Einschotterung, Schlammablagerung;
- nach baulichen Gesichtspunkten, z. B. Uferbefestigungen, Erosionsschutz;
- nach landschaftlichen Grundsätzen, z. B. Sichtstreifen, Bebuschung oder Berasung, Einzelaufteilung auf Buschhorste, Berasung in Rücksicht auf angrenzende Wiesen.

Für die Begrünungen ist nur die beste Pflanzenqualität zu verwenden.

Bei den Gras- und Kleesamen ist man größtenteils auf das Saatgut im Handel angewiesen. Hier bringen standortgemäße Samenzusammenstellungen eine Verbesserung.

Es gibt die verschiedensten Saatmethoden für Berasungen (SCHIECHTL 1973) wie

- die Normalsaat,
- die Heublumensaat,
- die Grasspreite und
- die Naß- und Mulchsaaten.

Jede dieser Methoden versucht, möglichst rasch die Bodenwunden zu begrünen und so die Bodenoberfläche zu binden, eine Bodenverbesserung herzustellen und vor allem die Abdeckung des Bodens gegen Schlagregen und damit gegen Erosion und Bodenabschwemmungen durch fließendes Wasser zu schützen. Entscheidend ist für das Aufkommen der Saaten die Bodensubstanz, die Saatmethode, die Witterung, die Jahreszeit, das standortgemäße Saatgut und die Betreuung der Saat in den Folgejahren.

Für die Bodenbindung sind Tiefwurzler (Klee, Büsche) wichtig. Lange Wurzeln haben meist eine hohe Zugfestigkeit. Um starke Wurzeln zu erhalten, sind nährstoffärmere Böden besser, da die Wurzeln hier in die Tiefe gehen, während nährstoffreicher Boden ein schwächeres Wurzelsystem erzeugt. Daher verwendet man als Bodensubstrat zwischen den Fugen und an der Rückwand der Mauern Erdmaterial aus der Baugrube selbst. Natürlich ist es günstig, wenn für die oberste Böschungsschicht Oberboden (wenige Zentimeter) aufgebracht wird, damit die Begrünung möglichst rasch wurzeln kann.



**Abb. 5:** Kronengrünverbauung bei einer grob geschichteten Trockenmauer. Die Wurzeln der Weiden befestigen die Steine und schützen sie bei Hochwasser vor Abschwemmung

Für die Fugenbepflanzung (Abb. 4) oder für den Flächenbau bei Trockenmauern werden Trieb- und Aststecklinge von ausschlagfähigen Hölzern verwendet. Es können fingerdicke bis mehrere Zentimeter starke Stecklinge bis zu 1 m Länge und mehr (besonders längere Stecklinge bei Rutschflächen) eingebaut werden. Da das Wurzelwachstum wichtig ist, muß der Steckling tief im Boden stecken und nur mit einigen Triebaugen heraus schauen.

Der Steckling wird gesetzt, indem man mit einem Eisenstab (z. B. Brechstange) ein Loch in den Boden stößt, sodann den Steckling einführt und anschließend den Boden andrückt oder einschlämmt, damit der Steckling fest anliegt.

Der Buschlagenbau bzw. die Heckenbuschlage wird während des Baues eingelegt (Abb. 5).

Die Grünverbauung wird in der Regel im Frühjahr zwischen Schneeschmelze und Laubausbruch oder im Herbst nach Laubfall (außerhalb der Triebzeit abschneiden und einbauen) durchgeführt. Die Herbstpflanzung ist oft günstiger wegen der Feuchtigkeit im kommenden Frühjahr.

#### Schleppspannung zur Festlegung der Bauweisen

Maßgebend für die Bewegung des Geschiebes an der Böschung ist die Schleppspannung. Die Grenzscheppspannung gibt den Bewegungsbeginn des Geschiebes an. Die Grundlagen dazu liefert die Hydraulik. Entscheidend ist die Wassertiefe, die Wassergeschwindigkeit sowie die Festigkeit der Böschung.

Überblickshalber werden die Grenzgeschwindigkeiten sowie die Grenzscheppkraft (RÖSSERT 1964) im folgenden aufgezeigt:

#### Grenzgeschwindigkeiten $v_0$ für den Bewegungsbeginn

feiner Sand . . . . .	$v_0 = 0,2-0,3$ m/s
grober Sand . . . . .	0,3-0,6 m/s
mittlerer Kies . . . . .	0,6-1,0 m/s
Geschiebe bis Hühnereigröße . . . . .	1,7 m/s
grobsteiniger Boden . . . . .	1,8 m/s
Felsarten . . . . .	> 3,1 m/s

#### Grenzscheppspannung $S_0$ für einige Flußbaukörper

Rasen, kurze Zeit . . . . .	$S_0 = 2,0-3,0$ kp/m <sup>2</sup>
Rasen, lange Zeit . . . . .	1,5-1,8 kp/m <sup>2</sup>
Rasenziegel, fest verwachsen . . . . .	2,5-3,0 kp/m <sup>2</sup>
grober Sand zwischen Buschlagen . . . . .	1,0 kp/m <sup>2</sup>
Kies zwischen Buschlagen . . . . .	1,5 kp/m <sup>2</sup>
Flechtzäune, Buschlagen . . . . .	5 kp/m <sup>2</sup>
Ufersicherung mit Faschinen . . . . .	7 kp/m <sup>2</sup>
Pflaster 1 : 1, 30 cm stark . . . . .	16 kp/m <sup>2</sup>
Steinwurf aus großen Steinen . . . . .	24 kp/m <sup>2</sup>
Trockenmauerung . . . . .	60 kp/m <sup>2</sup>

Die Kenntnis dieser technischen Werte ist deshalb wichtig, damit der Grünverbauer weiß, wann Stein, wann Buschlagen u.s.w. und wann Rasen angewendet werden soll.

Beispiel: Ermittle die Schleppspannung an der Böschung und lege die Maßnahmen dazu fest!

$$S = 1000 \frac{t_1}{t} R I \quad (\text{kp/m}^2)$$

S = Schleppspannung (kp/m<sup>2</sup>)

t = Wassertiefe über Sohle (m) (im Beispiel 1,5 m)

t<sub>1</sub> = Wassertiefe über der entsprechenden Böschungsstelle (m)  
(i. B. siehe Tabelle)

I = Sohlengefälle als Dezimalbruch (i. B. 1 ‰ = 0,01)

$$R = \frac{F}{U} \quad \text{hydraulischer Radius (i. B. 0,9)}$$

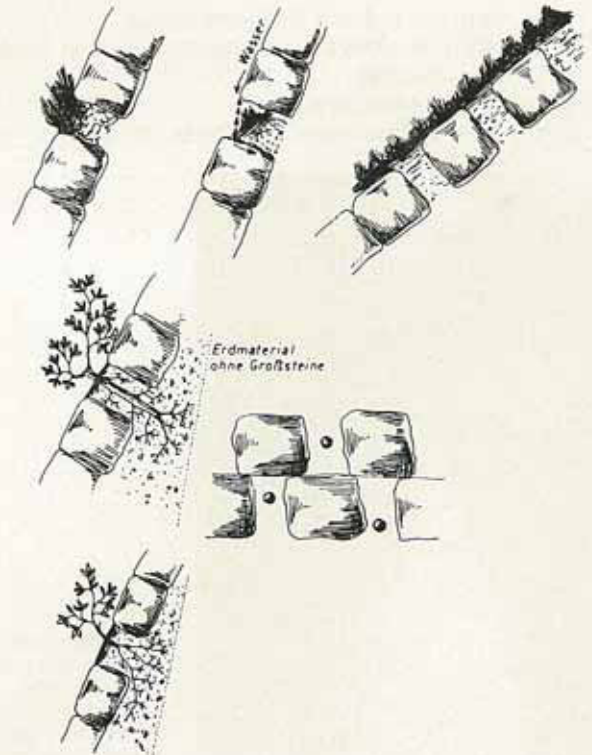
F = benetzte Fläche

U = benetzter Umfang

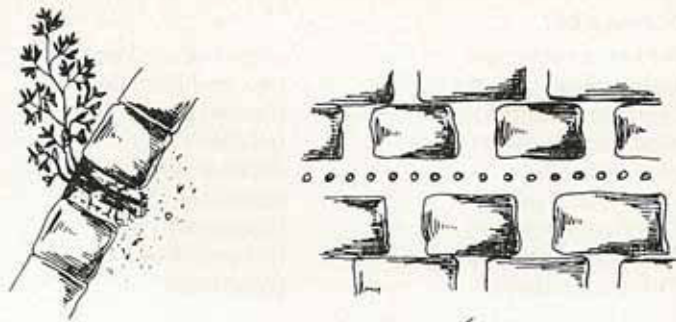
Wassertiefe über der Böschung (m)	Schleppspannung an der Böschung (kp/m <sup>2</sup> )	Maßnahmen
1,5	9,0	Stein
1,25	7,5	- „ -
1,0	5,4	Weidenbuschlagen
0,5	2,7	Rasen
0,3	1,8	- „ -

#### 4. Begrünungsmethoden

Pflanzungsarten	Pflanzungstypen
a) <b>Fugenbegrünung</b> Fugenberasung durch Saaten und Rasenplaggen	Berasungen böschungsgleich oder böschungseingerückt, Saaten nach Böschungsüberschüttung
<b>Fugenbebuschung</b> durch Saaten, Stekhölzer, bewurzelte Pflanzen	<b>Einzelepflanzung</b> z. B. durch Stecklinge
	durch bewurzelte Pflanzen <b>Büschelpflanzung</b> z. B. durch Stecklinge, bewurzelte Pflanzen

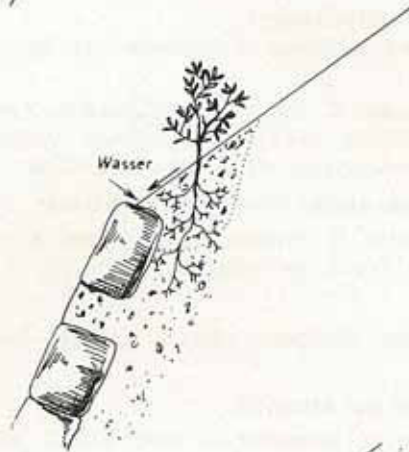


**Lagenpflanzung**  
z. B. durch  
Buschlagen,  
Heckenlagen,  
Heckenbuschlagen

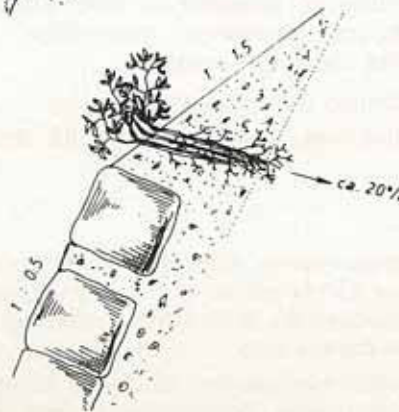


**b) Kronenbegrünung**  
durch Berasung  
oder  
Bebuschung

Flächensaat,  
Einzelpflanzung



Lagenpflanzung



Beispiele für landschaftsgestaltende Wildbachverbauungen mit Steinen, Begrünungen und mit Grünverbauungen zeigen die Abbildungen 6 und 7.

**2.5. Wahl der Pflanzen**

*Berasungen von Böschungen und Bodenwunden*

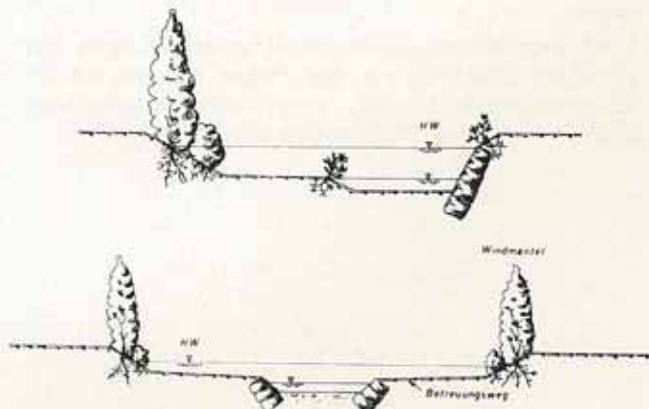
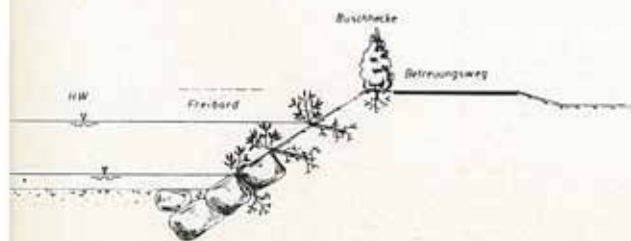
Grassamen (und Kräuter):

- Achillea millefolium (Gemeine Schafgarbe)
- Agrostis tenuis (Rotes Straußgras)
- Deschampsia caespitosa (Rasenschmiele)
- Anthoxanthum odoratum (Ruchgras)

- Bromus inermis (Wehrlose Trespe)
- Chrysanthemum leucanthemum (Margarite)
- Dactylis glomerata (Knaulgras)
- Festuca ovina (Schafschwingel)
- Festuca rubra (Rotschwingel)
- Lolium perenne (Englisches Raygras)
- Plantago lanceolata (Spitzwegerich)
- Poa nemoralis (Hainrispe)
- Poa pratensis (Wiesenrispe)
- Poa trivialis (Gemeine Rispe)

Abb. 7: Beispiele für Wildbachlandschaften

Abb. 6: Böschungsschutz mit Steinen, Buschlagen und Rasen



#### Kleesamen:

Anthyllis vulneraria	(Alpen-Wundklee)
Lotus corniculatus	(Hornschotenklee)
Lupinus perennis	(Dauerlupine)
Medicago lupulina	(Hopfenklee)
Meililotus albus	(Bokharaklee)
Onobrychis sativa	(Esparssette)
Trifolium hybridum	(Schwedenklee)
Trifolium incarnatum	(Inkarnatklee)
Trifolium repens	(Weißklee)

#### Bebuschungen von Böschungen

Geschiebetrieb und teilweise Einschotterung können gut ertragen:

z. B. *Salix purpurea*, *S. incana*, *S. nigricans*, *Alnus incana*, *Coryllus avellana*, *Ligustrum vulgare*, *Crataegus monogyna*, *Sambucus racemosa*.

Trieb- und Zweigstecklinge (bis ca. 3 cm Stärke):

z. B. *Salix purpurea*, *S. incana*, *S. nigricans*, *S. appendiculata*, *Ligustrum vulgare*.

Wurzelstecklinge:

z. B. *Rubus idaeus*, *Petasites albus*, *Tussilago farfara*.

Trockenheit können gut ertragen:

z. B. *Salix incana*, *S. purpurea*, *S. viminalis*, *S. alba*, *S. nigricans*, *Hippophae rhamnoides*, *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare*.

Feuchtigkeit können gut ertragen:

z. B. *Alnus glutinosa*, *A. incana*, *A. viridis*, Salixarten, Schilf.

#### Ergebnisse

In den vorangegangenen Kapiteln wurden praktische Erfahrungen bei der Anwendung von Trockenmauerung mit Grünverbauungen an Wildbächen aufgezeigt.

Die Ergebnisse daraus sind:

- In der Wildbachverbauung sind die Böschungen den zu erwartenden Schlepsspannungen entsprechend auszugestalten. Diese bedingen Stein- und Grünverbauungen.
- Steinverbauungen können ab  $7 \text{ kp/m}^2$  Grenzschlepsspannung, Grünverbauungen bis  $7 \text{ kp/m}^2$  und Rasenbau unter  $3 \text{ kp/m}^2$  angewandt werden.
- Die Fugen- und die Kronenbepflanzungen helfen mit, die Böschungen für Hochwasserabflüsse weitestgehend erosionssicher bereit zu halten. Betreuungen für die Freihaltung des Durchflusses sind in späteren Jahren notwendig.
- Die Berasungen und die Bebuschungen ergänzen die Steinmauerungen naturnah.  
 $1 \text{ m}^2$  Zementmörtelmauerwerk bedeutet O-Lebensraum.  
 $1 \text{ m}^2$  Trockenmauerwerk mit Grünverbauungen hat unter Berücksichtigung der Fugen  $0,1$  bis  $0,3 \text{ m}^2$  Lebensraumfläche und unter Heranziehung der Stamm-, Ast- und Blattflächen ein Vielfaches.

- Bei Beachtung der möglichen Wuchsflächen zwischen den Steinen und an den übrigen Böschungen garantieren die Wildbachverbauungen *Bachlandschaften*, die in Zukunft immer mehr unseren Lebensraum beeinflussen werden.

#### Begriffserklärungen

**Bebuschung:** Befestigung des Bodens mit Buschpflanzen.

**Begrünung:** Allgemeiner Begriff für die technische Anlage einer Vegetationsdecke.

**Berasung:** Begrünung des Bodens mit Gras (und Klee).

**Biotechnik:** Pflanzentechnik mit lebenden Bauelementen.

**Grünverbauung:** Anwendung von Baumethoden aus lebendem Buschmaterial zur Sicherung der Böschungen.

**Grobe Steinschichtung:** (auch Steinsatz genannt): Schichtungen von Steinen meist ohne Bearbeitung in einigermaßen lagerhafter Form.

**Steinwurf:** (auch Rauhwurf oder Steinschüttung genannt): Würfe von Steinen aller Größen in sehr unregelmäßiger Art. Die Steine werden dabei hingeworfen oder vom Transportfahrzeug abgekippt.

**Trockenmauer:** Allgemeiner Begriff für Mauern ohne künstliches Bindemittel. Dabei können die Steine behauen oder naturbelassen sein. Zwischen den Steinen können die Fugen mit Erdmaterial ausgefüllt sein. Dies ist für Begrünungen notwendig. Im Sinne dieses Berichtes gelten alle Böschungssteinsicherungen als Trockenmauer.

**Schlepsspannung:** Die Kraft des fließenden Wassers je Flächeneinheit ( $\text{kp/m}^2$ ), mit der es auf die Sohle oder Böschung wirkt und dort das Geschiebe in Bewegung bringt. Die Schlepsspannung hängt allgemein von der Wassertiefe und von der Wassergeschwindigkeit ab.

**Grenzschlepsspannung:** Wie Schlepsspannung, jedoch unter Berücksichtigung des Bewegungsbeginnes.

**Geschiebe:** Steine, die durch das Wasser am Gewässerbett bewegt werden.

#### Literatur

CZELL, A., 1971: Rekultivierung stark steiniger Geländeabschnitte durch Begrünung ohne Deck- und Befestigungssubstanzen als Vorbeugung gegen Erosion.

Z. f. Kulturtechnik und Flurbereinigung 12, 129–152.

HASSENTEUFEL, W., 1958: Die Pflanze als Bodenfestiger.

Forstw. Cbl. 77 Jg., 129–138.

ROSSERT, R., 1964: Hydraulik im Wasserbau. Verlag R. Oldenbourg, München, 164 Seiten.

SCHIECHTL, H. M., 1973: Sicherungsarbeiten im Landschaftsbau. Verlag Georg D. W. Callwey, München, 244 Seiten.

Zeichnungen: Gestaltung W. STOLZE, Wildbach- und Lawinerverbauung, Gebietsbauleitung Imst

Verfasser: Dipl. Ing. Dr. E. LEYS, Wildbach- und Lawinerverbauung, Gebietsbauleitung Imst, Langgasse 64, A 6460 Imst, Tirol, Österreich

# Verwendung von Müllkompost bei Gehölzpflanzungen

(Zwischenbericht)

P. Kiermeier, Geisenheim

## Zusammenfassung

Auf einer ca. 1300 m<sup>2</sup> großen Fläche befindet sich seit Anfang 1975 ein Versuch mit 10 Arten einheimischer Wildgehölze, die in 30 m<sup>2</sup> große Parzellen mit unterschiedlich hohen Müllkompostgaben gepflanzt wurden (10, 20 und 40 kg Müllkompost/m<sup>2</sup>). Ziel des Versuches ist es, Auswirkungen des Müllkompostes auf die Gehölze zu beobachten sowie Veränderungen im Boden festzuhalten. Der Versuch soll nach 5 Jahren (1980) abgeschlossen werden. Die erste Beobachtung galt der Fähigkeit der Bäume und Sträucher, in den Müllkompostparzellen einzuwurzeln. Am besten schnitt hierbei der Buchsbaum ab (*Buxus sempervirens*), am schlechtesten die Waldkiefer (*Pinus sylvestris*). Als zweites erfolgte die Kontrolle der Wuchsgeschwindigkeit. Positiv, d. h. mit verstärktem Zuwachs, antworteten auf die steigenden Müllkompostgaben Feldahorn, Hartriegel, Liguster und Wolliger Schneeball (*Acer campestre*, *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare* und *Viburnum lantana*). Eine verminderte Wuchleistung brachten auf den Müllkompostparzellen Sanddorn und Alpenjohannisbeere (*Hippophaë rhamnoides* und *Ribes alpinum* 'Schmidt'). Nicht auswerten konnte man die Reihen mit Buchsbaum, weil dieser keinen signifikanten Jahrestrieb entwickelte, und die mit Kiefern, wegen der zu hohen Ausfälle sowie die mit Eichen (*Quercus robur*), die erheblichen Wildverbiß zeigten. Einer weiteren Untersuchung bleibt die Analyse des Bodens vorbehalten, worin nachgeprüft wird, wie der Müllkompost mittlerweile ab- oder umgebaut wurde.

## Summary

Early in 1975 an experiment was laid out on an area of roughly 1,300 m<sup>2</sup> to test 10 different native woody species. Each experimental plot was 30 m<sup>2</sup> in size. Composted town waste was applied at three different rates (10, 20 and 40 kg/m<sup>2</sup>). The main idea of this experiment was to investigate the effect of the composted waste on woody species and how it alters the soil. The experiment will be concluded after a period of five years (in 1980). The first question investigated was to what extent trees and shrubs succeeded in taking root in the compost-enriched plots. Box (*Buxus sempervirens*) was most successful in this respect, whereas Scots pine (*Pinus sylvestris*) was least successful. Secondly, speed of growth was studied. Maple, dogwood, privet and guelder rose (*Acer campestre*, *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare* and *Viburnum lantana*) all reacted positively to the compost, i. e. they grew more quickly after higher applications. Sea buckhorn and the Alpine red currant (*Hippophaë rhamnoides* and *Ribes alpinum* 'Schmidt') made less growth on plots where application had been made. No evaluation of the box was possible, because there was no significant new annual growth, nor of the pines, since too many were lost, nor of the oak (*Quercus robur*), because too much damage had been done by game. The experiment will also include an analysis of the soil to investigate how far the compost has been decomposed or converted.

## Résumé

Depuis le début de l'année 1975 on a aménagé une surface d'essai d'environ 1.300 m<sup>2</sup> avec 10 espèces de plantes ligneuses, sauvages et indigènes, qu'on a plantées sur des parcelles de 30 m<sup>2</sup> avec différents apports de compost à base d'ordures ménagères (10, 20 et 40 kg au m<sup>2</sup>). Le but de l'expérience est d'observer les effets de ce compost sur les plantes ligneuses ainsi que de retenir les modifications dans le sol. L'expérience doit se terminer au bout de 5 ans (en 1980).

Les premières observations ont porté sur la capacité d'enracinement des arbres et des buissons dans les parcelles enrichies de compost à base d'ordures ménagères. C'est le buis (*buxus sempervirens*) qui a donné les meilleurs résultats et le pin sylvestre (*pinus sylvestris*) les plus mauvais. Ensuite on a contrôlé la rapidité de la croissance. L'érable champêtre, le cornouiller, le troène et la boule de neige (*acer campestre*, *cornus sanguinea*, *ligustrum vulgare* et *viburnum lantana*) ont réagi de façon positive, c'est à dire avec une augmentation de la pousse à des apports croissants de compost. On a constaté une croissance moindre de l'argousier et du groseillier alpin (*hippophaë rhamnoides* et *ribes alpinum* «Schmidt») sur les parcelles compostées.

On n'a pas pu évalué les rangées de buis, car ce buisson n'a pas développé une poussée annuelle très significative, ni les rangées de pins à cause de pertes trop élevées, ni celles de chênes (*quercus robur*), auxquels le gibier a infligé des dégâts importants. L'analyse du sol fera l'objet d'un examen ultérieur, où on établira comment le compost à base d'ordures ménagères a été entre temps décomposé et transformé.

## Einführung

Seit einigen Jahren wird in der Bundesrepublik Müllkompost in zunehmendem Maße zur Substratergänzung im Landschaftsbau verwendet. Der Einsatz dieses Produktes ist aber keineswegs neu, Pionierarbeit leisteten diesbezüglich die Holländer. In den dreißiger Jahren forstete man im Gebiet von Grollo und Schoonlo 1200 ha verarmte sandige Heideböden mit Hilfe von Müllkompost auf (BRAUN 1960).

Auch bei uns wurde der Müllkompost, und zwar in verschiedenen pflanzenbaulichen Zweigen, eingesetzt. Bislang galten die Betriebe des Weinbaues als Hauptabnehmer des Kompostes, aber nach einer Untersuchung von HEINTZE (1976) wurden sie von denen des Landschaftsbaues im Verbrauch von Müllkompost bereits weit überflügelt (Verhältnis ca. 3 : 1).

Die Erfahrungen mit Müllkompost sind uneinheitlich, was daran liegt, daß das Material noch nicht allgemein bekannt und in seiner Zusammensetzung recht ver-

schieden ist. Die Zusammensetzung hängt von der Arbeitsweise der Kompostwerke ab (HEINTZE, 1976; v. HIRSCHHEYDT, u. OBRIST 1970). Bisher gab es einige Versuche, Müllkompost in Gehölzpflanzungen als Bodenverbesserungsmittel einzusetzen: Seit Herbst 1972 wird z. B. in bestimmten Mittelstreifen der Bundesautobahnen Müllkompost in die Gehölzpflanzungen eingebracht – ohne das Material einzuarbeiten (CHROMETZKA u. a. 1974). Auch beim Ausbau und der Pflege städtischer Grünflächen verwendete man wie in Bad Kreuznach Müllkompost als Bodenverbesserungsmittel (MAYER 1964). Bei diesen und anderen Unternehmen ermittelte man jedoch bisher nicht genau, welche Pflanzen in Müllkompost gedeihen können und welche nicht.

Im Taschenbuch der Arbeitsgemeinschaft für kommunale Abfallwirtschaft (AkA) wird nach v. HIRSCHHEYDT und OBRIST (1970) eine Einteilung der Pflanzenarten entsprechend der „Müllverträglichkeit“ versucht. In

einer Skala, die von „Müll-liebend“ bis „Müll-feindlich“ reicht, werden die Pflanzen klassifiziert. Derartige Einteilungen sind aber nur dann sinnvoll, wenn das Ausgangsmaterial Müllkompost einheitlich produziert wird (v. HIRSCHHEYDT und OBRIST, 1970). Erfahrungen bezüglich der Müllverträglichkeit hat man vorwiegend mit Gemüsepflanzen gesammelt. Über die Reaktion einzelner Gehölze wird leider nicht viel ausgesagt. Dies war für uns der Anlaß, einen umfangreichen Versuch mit einheimischen Wildgehölzen und Müllkompost anzulegen.

## Material und Methoden

Hintergrund des Unternehmens ist die Verknappung des Torfs in der Bundesrepublik und das reichliche Angebot von Müllkompost, wofür man einen geeigneten Verwendungszweck finden muß. Sollte sich der Müllkompost auf die Dauer als Substratgänzung bewähren, so könnte er künftig in großem Maßstab in die Pflanzungen eingearbeitet werden.

### 1. Versuchsgelände

Das Areal, etwa 500 m vom Rhein entfernt, benutzte man lange Zeit als Wein- und Obstbauversuchsgelände der Forschungsanstalt Geisenheim. Nach mehreren Jahren der Brache wurde der Kompostversuch darauf eingerichtet. Die Versuchsfläche erstreckt sich von Osten nach Westen, nach Süden fällt sie gleichmäßig mit einer Hangneigung von ca. 12% ab. Licht- und Wurzelkonkurrenz durch umstehende Bäume existieren nicht.

Während der Vegetationsperiode fallen nur ca. 305 mm Niederschlag und der pH-Wert des Bodens beträgt zwischen 7.18 und 7.28 (in  $\text{CaCl}_2$ ). Der Boden besteht nach SCHALLER und HEUER (1976) aus schwach humosem, mildem Lehm, die Sieb- und Schlämmanalyse ergab in 0–20 cm Bodentiefe 15% Grobboden, 63% Grobsand, 14% Feinsand und 8% Schluff. Die Nährstoffgehalte schwanken von 0,049–0,077% Gesamt-N, 71–95 mg  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 18–32 mg  $\text{K}_2\text{O}$  und 1,2 mg Mg/100 g Boden.

### 2. Pflanzenauswahl und Anordnung

Sämtliche zu untersuchenden Gehölze waren zwingend unter dem Aspekt der Trockenheits- und Alkalitätsverträglichkeit auszuwählen. Es wurden einheimische Gehölze ausgesucht, die als alltäglich gelten und in zahlreichen Aufgabenbereichen in der Bundesrepublik verwendet werden. Die Auswahl umfaßt sommergrüne Bäume und Sträucher sowie immergrüne Gehölze.

#### A. Sommergrüne Gehölze

- a) Bäume: *Acer campestre* (Feldahorn)  
*Quercus robur* (Stieleiche)



Abb. 1: Blick in die Versuchsanlage. Im Vordergrund Parzelle Nr. 4 mit der Behandlung 40 kg MK/m<sup>2</sup>. Folgende Versuchsglieder sind erkennbar (von rechts): *Buxus sempervirens*, *Lonicera xylosteum*, *Quercus robur*, *Ribes alpinum* 'Schmidt'. Die beiden letzten nahezu ausgefallen. *Lonicera xylosteum* (mit hellen Blättern) zeigt deutlich die schönlingsartigen Jahrestriebe aus dem Strauchinnern.

- b) Sträucher: *Cornus sanguinea* (Hartriegel)  
*Hippophaë rhamnoides* (Sanddorn)  
*Ligustrum vulgare* (Liguster)  
*Lonicera xylosteum* (Heckenkirsche)  
*Ribes alpinum* 'Schmidt' (Alpenjohannisbeere)  
*Viburnum lantana* (Wolliger Schneeball)

#### B. Immergrüne Gehölze

- a) Baum: *Pinus sylvestris* (Waldkiefer)  
b) Strauch: *Buxus sempervirens* (Buchsbaum)

Die Gehölze sind für ihre Anpassungsfähigkeit an den Standort bekannt, da sie sowohl in sauren wie auch in alkalischen Substraten ebenso wie in reinen Mineralböden (z. B. sandige oder reine Leimböden) als auch in humosen Böden (Mullböden) gut zu gedeihen vermögen. Als einzige Ausnahme gilt *Hippophaë rhamnoides* (Sanddorn), der auf humusarme Sand- oder Kiesböden von Natur aus spezialisiert ist (OBERDORFER 1962).

Die Gehölze stehen pro Versuchsparzelle zu dritt in einer Reihe (s. Abb. 1). Die 10 verschiedenen Arten wurden innerhalb der Flächen jeweils in vertauschter Folge gepflanzt, damit keine einheitlichen Nachbarschaftsverhältnisse auftreten. Es sollte hiermit ausgeschlossen werden, daß sich bestimmte Arten stets gegenseitig hemmen oder fördern. Zwei Einschränkungen sind festzuhalten: *Pinus sylvestris* befindet sich immer in der ersten, der südlichen Reihe, weil die Kiefer als sonnenliebende Pflanze bekannt ist und eine Beschattung auf die Dauer übel nimmt; *Buxus sempervirens* kam ausnahmslos in die letzte, von den anderen Gehölzen beschattete nördliche Reihe zu stehen (Abb. 1), da der Strauch als schattenbedürftig gilt. Der Reihenabstand beträgt 1,0 m.

Das Pflanzenmaterial bestand aus 2jährigen Sträuchern (Kiefern 3jährig), die in guter Qualität und von sehr einheitlichem Aussehen geliefert wurde. Die durchschnittliche Strauchgröße betrug ca. 40 cm. Nach der Pflanzung erfolgte ein Einkürzen der zu unterschiedlich hohen Pflanzen, um eine gleichmäßige Größe zu erzielen, z. B. beim Buchsbaum.

### 3. Versuchspartellen

Eine Versuchseinheit besteht aus je 7 Partellen von 30 m<sup>2</sup> (10 m lang, 3 m breit) Fläche in dreifacher Wiederholung; es ergaben sich also 21 Partellen. Neben der Kontrolle existieren 3 Behandlungen mit unterschiedlichen Torfusätzen und 3 Behandlungen mit steigenden Müllkompostgaben (einfach, doppelt, vierfach). Die Felder sind jeweils durch 2 m breite Bearbeitungstreifen getrennt, die ursprünglich mit Rasen eingesät werden sollten. Dies geschah bisher nur mit einer Wiederholung (Abb. 1).

Im Herbst 1974 wurde das Gelände umgebrochen und die Pflanzfläche ausgewiesen. Wegen eines ungünstigen Witterungsverlaufs erfolgten die Pflanzarbeiten erst im März 1975. Auf jeder Parzelle befinden sich 30 Pflanzenindividuen, pro Wiederholung sind es 210 Gehölze, insgesamt 630 Stück.

### 4. Versuchssubstrat

Die Angaben in der Literatur über die in eine Pflanzung einzubringenden Mengen von Müllkompost variieren stark (ANDRES 1964; Bosse 1969; HEINTZE 1976). Die angewandten oder empfohlenen Zugaben schwanken zwischen 5 und 30 kg/m<sup>2</sup>; in einem Fall werden Werte von 60–180 kg/m<sup>2</sup> angegeben (WEBER 1974, nach HEINTZE 1976).

Aufgrund der unterschiedlichen Mengenangaben und Erfahrungswerte erfolgte der Zusatz des Müllkompostes in Geisenheim in 3 (von 7) Partellen mit steigender Quantität.

Der Müllkompost stammt aus Bad Kreuznach. Der pH-Wert der einzelnen Anlieferungen betrug zwischen 6,6–7,2; der Anteil von N beläuft sich auf 0,43–0,88%, der C-Gehalt schwankt zwischen 19,0–21,6% (SCHALLER und HEUER 1976).

- Behandlung 1: Kontrolle (Nullparzelle)  
2: 10 kg MK/m<sup>2</sup>  
3: 20 kg MK/m<sup>2</sup>  
4: 40 kg MK/m<sup>2</sup>

Der Müllkompost wurde flach, bis ca. 20 cm Tiefe eingefräst. Negativ machte sich hier der hohe Glas- und Kunststoffan-



eil bemerkbar. Die Fräse zerschlug ursprünglich stumpfe Glasscherben gelegentlich zu scharfen Splintern.

3 weitere Flächen wurden mit wechselnden Torfzusätzen versehen:

- Behandlung 5 : 1 Sack Florahum/10 m<sup>2</sup>
- 6 : 1 Sack Humiflor/10 m<sup>2</sup>
- 7 : 1 Sack Humintorf/10 m<sup>2</sup>

Die Auswertung dieser Behandlungen sowie ein Vergleich mit den Müllkompostparzellen erfolgt zu einem späteren Zeitpunkt.

### Versuchsziel

Der Versuch läuft unter zwei Aspekten: erstens sollen die sichtbaren Auswirkungen auf die Gehölze festgehalten werden, zweitens wird die Veränderung des Bodens untersucht.

#### A. Auswirkungen des Bodenverbesserungsmittels auf die Pflanzen

1. Fähigkeit des Anwachsens,
2. jährlicher Zuwachs (Wuchsgeschwindigkeit),
3. Schädigung von Pflanzenteilen;

#### B. Auswirkung des Bodenverbesserungsmittels auf den Boden (wird von Mitarbeitern des Instituts für Bodenkunde und Pflanzenernährung ermittelt)

1. Veränderung der Bodenstruktur,
2. Veränderung des Nährstoffangebotes,
3. Verhalten der organischen Substanz im Boden.

Der Versuch, 1975 begonnen, wird voraussichtlich 1980 nach fünfjähriger Laufzeit beendet werden. Ende 1977, wenn die Anwachsphase vorüber ist, erfolgt eine Zwischenauswertung.

### Ergebnisse der Versuchsjahre 1975–1976

Im ersten Jahr nach der Pflanzung konzentrierte sich die Beobachtung darauf, wie die Gehölze in den einzelnen Parzellen einwurzelten. Fast alle ausgewählten Sträucher sind, wie erwähnt, auf natürlichen Standorten keineswegs an ein spezifisches Substrat gebunden, eine Voraussetzung, um auf den verschiedenen Böden der Versuchsflächen gedeihen zu können.

#### 1. Anwachsen

Die Gehölze wurden ohne sonstige Zusätze in den aufgelockerten und mit Müllkompost vermischten Boden gesetzt. Nach dem im März 1975 durchgeführten Pflanzvorgang fand im Frühjahr 1976 eine Kontrolle statt, um festzustellen, welche Arten mittlerweile ausgefallen waren (Tab. 1).

Tabelle 1:  
Ausfall der Versuchsglieder im 1. Vegetationsjahr

(Von ursprünglich 9 Individuen jeder Art in 3 Wiederholungen ist die Anzahl der normal angewachsenen Gehölze angegeben)

Pflanzenart	MK = Müllkompost			
	Kontrolle	10 kg MK/m <sup>2</sup>	20 kg MK/m <sup>2</sup>	40 kg MK/m <sup>2</sup>
Buxus semp.	9	9	9	9
Acer camp.	9	9	9	8
Cornus sang.	8	8	6	6
Hippophaë rh.	6	8	9	9
Ligustrum vu.	9	9	8	9
Lonicera xyl.	9	9	9	8
Quercus rob.	9	9	8	9
Ribes „Schmidt“	9	9	8	7
Viburnum lan.	9	8	7	8
Pinus sylv.	7	5	5	3
Summe (90)	84	83	78	76

Tabelle 2:

### Verhalten von Pinus sylvestris (Kiefer) in Müllkompost (= MK)

(Anzahl gesunder, mittelmäßiger und ausgefallener Individuen aus dem Pflanzjahr 1975 und der Nach-Pflanzung von 1976)

Aussehen	Behandlung:			
	Kontrolle	10 kg MK/m <sup>2</sup>	20 kg MK/m <sup>2</sup>	40 kg MK/m <sup>2</sup>
sehr gut – gut	4	2,5	2	1
mäßig – schlecht	3,5	3,5	5	4
abgestorben	1,5	3	2	4

Im März 1976 sind sämtliche bis dahin abgestorbenen Gehölze ausgetauscht worden. Vor allem die hohen Ausfälle von Pinus erforderten eine Neuanpflanzung (Tab. 1).

#### 2. Wuchsgeschwindigkeit

Nach dem zweiten Vegetationsjahr wurden die Zuwachsraten der Gehölze ermittelt. Hierfür konnten nicht alle Versuchsglieder herangezogen werden: Buxus zeigte sich in der Größe als nahezu unverändert. Das langsamwüchsige Gehölz ließ nur unwesentliche Neutriebe erkennen, deren durchschnittliche Länge kaum 6 cm betrug. Die Versuchsglieder mit Quercus robur wiesen im Dezember 1976 große Lücken auf; Teile der Triebspitzen sowie größere Rindenpartien waren von Kaninchen abgebissen worden. Ebenso erzwang das erneut mittelmäßige Aussehen der Pinus-Jungpflanzen eine Zurückstellung der Messung. An den restlichen 7 Versuchsgliedern wurde von jeder einzelnen Pflanze jeweils der größte Jahrestrieb gemessen.

Damit sollte festgehalten werden, inwieweit sich die Zusammensetzung des Substrates in der Wuchsgeschwindigkeit der Gehölze auswirkt. Die Meßergebnisse jener Gehölze aus Parzellen gleicher Behandlung wurden gemittelt, um für alle Felder einen Durchschnittswert zu bekommen. Offensichtliche Wuchsdepressionen oder außergewöhnliches Längenwachstum hätten somit zutage treten können (s. Tab. 3). Hinzugefügt sei, daß die nachgepflanzten Ausfälle des ersten Vegetationsjahres keine Berücksichtigung fanden.

Tabelle 3:  
Mittlere Länge des Jahrestriebes verschiedener Wildgehölze in Abhängigkeit von Müllkompostgaben (Länge in cm); MK = Müllkompost

Pflanzenart	Behandlung:			
	Kontrolle	10 kg MK/m <sup>2</sup>	20 kg MK/m <sup>2</sup>	40 kg MK/m <sup>2</sup>
Acer camp.	70	79	79	91
Cornus sang.	76	70	81	85
Hippophaë rh.	97	88	70	93
Ligustrum vu.	86	86	91	91
Lonicera xyl.	97	86	120	111
Ribes al. 'Schmidt'	37	34	33	18
Viburnum lan.	51	56	55	60

#### Diskussion der Ergebnisse

Die Anwachsphase der Gehölze (s. Tab. 1) verlief meist gut, obwohl in den jeweiligen Versuchsgliedern gelegentlich das eine oder andere Exemplar ausfiel. Einheitlich, ohne jede Lücke, wuchs nur Buxus sempervirens an, was doch ein wenig überraschte, da die Art ohne Erdballen gepflanzt wurde. Das Gedeihen von Hippophaë rhamnoides ist ebensowenig selbstverständlich, denn der Sanddorn wächst nach OBERDORFER (1962) auf meist kalkhaltigen rohen, humus- und mehr oder weniger feinerdearmen Kies- und Sandböden. Der erwartete Ausfall in den Parzellen hoher Müllkompostanteile trat nicht ein.

Dagegen starben von den jungen Kiefern (*Pinus sylvestris*) umso mehr Individuen ab, je höher der Anteil des Müllkompostes anstieg. (s. Tab. 1). Die jungen Nadelhölzer scheinen in der vorliegenden Substratmischung nicht sonderlich gut zurechtzukommen. Die braunen, toten Exemplare wurden ersetzt, die Nachpflanzung läßt erneut Lücken erkennen, speziell in den Müllkompostparzellen. Nach BRAUN (1960) reagieren nicht alle Nadelgehölze in dieser Weise. Versuche der Eidgenössischen Forstlichen Versuchsanstalt ergaben, „daß Jungpflanzen auf den mit Kompost behandelten Böden durchschnittlich ein Jahr früher verschult werden können im Vergleich zu denjenigen, die bei gleicher Mineraldüngergabe auf unbehandelten Böden gezogen werden“. Bedauerlicherweise fehlen die Namen der verwendeten Gehölze. In Holland hat man mit anderen Nadelgehölzen wie Lärchen (*Larix*), Douglasien (*Pseudotsuga*) und Küstentannen (*Abies grandis*) gute Erfolge gehabt (BRAUN 1960). Das bereits erwähnte Taschenbuch der AKA (in v. HIRSCHHEYDT und OBRIST 1970) nennt unter der Rubrik der müllempfindlichen Pflanzen an Gehölzen ganz allgemein: „... Beersträucher, die meisten Waldbäume ...“ ohne auf die überprüften Arten genau hinzuweisen. Wahrscheinlich ist *Pinus* im Sammelbegriff „Waldbäume“ enthalten.

Der Zuwachs der letzten Jahrestriebe erscheint auf allen Parzellen sehr hoch. Es ist aber in den meisten Neuanlagen unabhängig vom Substrat zu beobachten, daß im Anschluß an das erste Pflanzjahr, in dem der Verpflanzungsschock noch nachwirkt, die Jahrestriebe besonders lang sind. Nach 3–5 Vegetationsperioden vermindert sich das ursprünglich rapide Wachstum deutlich. Bei der ersten Messung wurde stets der längste Trieb berücksichtigt, der sich vorwiegend an den Hauptstäben bzw. -stämmen befand. Einige Arten entwickeln aus dem Strauchinneren besondere, schößlingsartige Triebe, wenn sie einmal Fuß gefaßt haben, z. B. *Lonicera xylosteum* (Abb. 1). Hier wurden die einjährigen Schößlinge statt der normalen Jahrestriebe an den Zweigenden erfaßt (s. Tab. 3). Die Messung dient zur Orientierung, sie wird in erweitertem Umfang wiederholt. Vorerst soll sie die Tendenz im Wuchsverhalten wiedergeben.

Mehr oder weniger in der Trieb länge (s. Tab. 3) zunehmend bei steigenden Müllkompostgaben sind:

*Acer campestre*  
*Cornus sanguinea*  
*Ligustrum vulgare*  
*Viburnum lantana*.

Zu bemerken ist, das *Cornus* (Hartriegel) in der Parzelle mit geringstem Müllkompostanteil bisher weniger stark trieb als auf der Kontrollfläche. Uneinheitlich verhalten sich *Hippophaë rhamnoides* und *Lonicera xylosteum*. Es fällt auf, wie kräftig *Hippophaë* (Sanddorn) auf der Kontrollfläche gedeiht und wie merklich das Wachstum auf den Müllkompost-Parzellen nachläßt. Das könnte im humusabweisenden Verhalten des Sanddorns begründet sein.

Allein *Ribes alpinum* 'Schmidt' läßt, je mehr Müllkompost im Boden vorhanden ist, in der Trieb länge zuse-

hends nach. Das entspricht der angeführten Aussage der AKA (in v. HIRSCHHEYDT und OBRIST 1970), daß Beersträucher – und das sind überwiegend *Ribes*-Arten – als mehr oder weniger müllempfindlich gelten. Dennoch bedarf es zusätzlicher Beobachtungen, um das Gehölz nicht vorschnell als untauglich auszusondern.

Zuwachsraten an *Quercus* (Eiche) und *Pinus* (Kiefer) waren stellenweise durchaus erkennbar, manche Eichen trieben im vergangenen Vegetationsjahr zwischen 10 und 17 cm und einige Kiefern ca. 10 cm. Durch den Wildverbiß und die hohen Ausfälle existiert bisher jedoch kein einheitlicher Bestand, der einen objektiven Überblick gestattet.

Die Kiefern erlauben aber zumindest einen optischen Vergleich. Es stehen in den Parzellen sowohl gesunde, dunkelgrüne Individuen, wie gelbgrüne oder geringwüchsige als auch abgestorbene Pflanzen. In Tab. 2 sind die Einzelpflanzen nach dem Aussehen aufgegliedert. Die wüchsigen Pflanzen konzentrieren sich auf die unbehandelten Kontrollflächen, während das Schwergewicht der mittelmäßigen/schlechten Pflanzen mehr in den Parzellen mit höherem Müllkompostgehalt liegt.

An den Gehölzen zeigten sich bislang keine Schäden an Blatt und Holz. Einzige Ausnahme ist *Ribes alpinum* 'Schmidt' (Alpenjohannisbeere). Die Blätter waren teilweise blasig aufgetrieben, die Färbung für das Gehölz untypisch dunkelgrün, wobei an den Blatträndern nekrotische Partien auftraten. Die Erscheinung ist ihrer Herkunft nach noch nicht geklärt; im kommenden Vegetationsjahr wird *Ribes* unter diesem Aspekt gesondert beobachtet. Die Blätter der anderen Pflanzen waren von der Größe und Farbe her meist einheitlich ausgebildet. Bisher entwickelte Blüten und Früchte offenbarten ein normales Aussehen.

## Literatur

- ANDRES, O., 1964: Absatz und Anwendung von Müllkompost in den Niederlanden. In: Mitteil. d. DLG, H. 17, 596–601.
- BOSSE, I., 1969: Erosionsbekämpfung durch Müllkompost. Garten und Landschaft 79, 246–247.
- BRAUN, R., 1960: Verwertung von Müll und Klärschlamm. Umschau H. 8, 229–231.
- CHROMETZKA, P. u. a., 1974: Gegen Streusalze tolerante Gehölze: Müllkompost zur Verbesserung der Wachstumsbedingungen? Deutsche Baumschule 26, 12–14.
- HEINTZE, G., 1976: Die Verwendung von Müllklärschlammkompost im Landschaftsbau. Neue Landschaft 21, 471–476.
- HIRSCHHEYDT, A. v., u. W. OBRIST, 1970: Feste Abfallstoffe. In: H. BERGE u. O. JAAG: Die nichtparasitären Krankheiten, Bd. I/4. Paul Parey Berlin u. Hamburg (227 S.), 199–215.
- MEYER, K., 1964: Verwendung von Müllkompost beim Ausbau und der Pflege städtischer Grünflächen, dargestellt am Beispiel Kreuznach. Das Gartenamt 13, 189–190.
- OBERDORFER, E., 1962: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland, 2. Aufl., Eugen Ulmer Stuttgart, 987 S.
- SCHALLER, C. u. I. HEUER, 1976: Mineralisierung der Pflanzennährstoffe N, P, K, Mg in Müllklärschlammkompost oder Humintorf gedüngten Boden unter besonderer Berücksichtigung der organischen Substanz. Geisenheim, Ing.-Arbeit, 55 S.

Verfasser: Dr. P. KIERMEIER, Institut für Landschaftsbau der Forschungsanstalt Geisenheim, Schloß Monrepos.

### Forschungsgesellschaft „Landschaftsentwicklung – Landschaftsbau“ führt Informationsgespräche

Präsidium und Forschungsrat der Forschungsgesellschaft „Landschaftsentwicklung – Landschaftsbau“ führten am 15. 12. 1976 in Berlin Informationsgespräche mit Vertretern der Technischen Universität und der Technischen Fachhochschule Berlin, dem Umweltbundesamt und dem Institut für nichtparasitäre Krankheiten der Biologischen Bundesanstalt. Ziel der Gespräche war, einen Überblick über Forschungsarbeiten und Forschungsschwerpunkte im Hinblick auf Erweiterung und spätere Förderung von Forschungsprogrammen zu gewinnen.

Das große Interesse, das der jungen Forschungsgesellschaft bereits entgegengebracht wird, äußerte sich in einem Empfang, zu dem der Bausenator von Berlin, H. RISTOCK, eingeladen hatte und an dem auch der für das Grünwesen in Berlin zuständige Senatsrat Prof. J. SCHINDLER teilnahm.

### Institut für Landschaftsbau Geisenheim

Mit Wirkung vom 1. 1. 1977 ist das bisherige Institut für Gartenarchitektur und Landespflege der Forschungsanstalt Geisenheim/Hessen in „Institut für Landschaftsbau“ umbenannt worden. Dieser Umbenennung soll eine Änderung der Arbeitsrichtung folgen.

### Sportplätze in Berlin – eine Herausforderung für den Fachmann

Unter diesem Motto führte der Fachverband Garten- und Landschaftsbau Berlin am 20., 25. und 26. Januar 1977 ein Seminar über

- \* Bau, Wiederherstellung und Erhaltung von Rasensportplätzen,
- \* Untergrund und Unterbau für Tennen- und Kunststoff-Flächen,
- \* Tennendecken – Bau und Pflege sowie
- \* Kunststoffbeläge und bituminöse Tragschichten

durch. Das Seminar wurde von Bausenator H. RISTOCK eröffnet. Als Referenten wirkten Dr. W. SKIRDE, Gießen, Dr. H.-J. LIESECKE, Hannover, Prof. Dr. F. HENKE, Dipl. Ing. H. MÜNSTER sowie Dipl. Ing. H.-J. KOLITZUS, Stuttgart, mit.

Das Seminar, an dessen Eröffnungstag über 200 Teilnehmer anwesend waren, endete mit einer Podiumsdiskussion, die von Politikern, Vertretern des Senats von Berlin sowie von Planern und Unternehmern bestritten wurde.

### Arbeitsgemeinschaft der Sachverständigen

Eine Arbeitsgemeinschaft der Sachverständigen des Garten-, Landschafts- und Sportplatzbaues konstituierte sich anlässlich einer Zusammenkunft in der Bildungsstätte des Deutschen Gartenbaues am 28. und 29. 1. 1977 in Grünberg. Für den Sommer ist ein erstes Seminar vorgesehen, das sich mit Saatgut- und Beurteilungsfragen für Rasenflächen befassen soll. In Verbindung damit wird ein Praktikum auf dem Versuchsfeld

des Fachgebiets Rasenforschung der Universität Gießen stehen.

### Kontaktstudium Teil III – Sportplatzbau

Im Rahmen einer vor 2 Jahren begonnenen Kontaktstudienreihe führte der Bundesverband Garten- und Landschaftsbau in der Zeit vom 9. – 11. Februar 1977 in Stuttgart ein Seminar über „Bau und Pflege von Rasensportplätzen“ durch. Im Mittelpunkt der Thematik standen einerseits die Anforderungen an normgerechte Aufbauten und andererseits praktische Einbauverfahren. An dem Seminar wirkten Dr. H.-J. LIESECKE, Hannover, Dr. W. SKIRDE, Gießen, Ing. R. EIRICH, Nürnberg und Dipl. Ing. KOLITZUS, Stuttgart, mit.

### Fortbildungsprogramm der Gartenbauschule Wiesbaden auf dem Gebiet des Garten- und Landschaftsbaues

- 14. – 18. 3. 1977 Überbetriebliche Ausbildung Teil 2, Gruppe 1
- 28. 3. – 1. 4. 1977 Überbetriebliche Ausbildung Teil 2, Gruppe 2
- 1. 6. Rasentag
- 12. – 16. 9. 1977 Überbetriebliche Ausbildung Teil 1, Gruppe 1
- 19. – 23. 9. 1977 Überbetriebliche Ausbildung Teil 1, Gruppe 2.

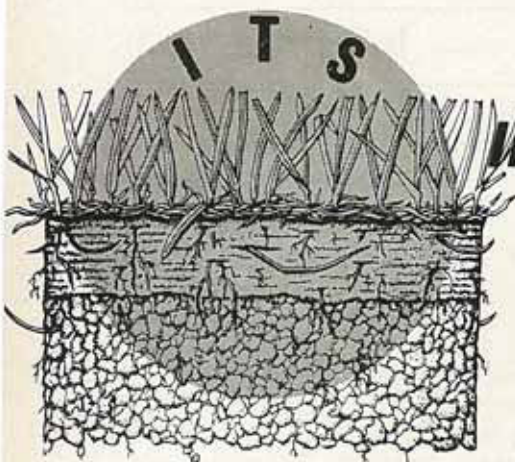
### Expertengespräch „Perspektiven des Sportstättenbaues“

Ein Expertengespräch über die Perspektiven des Sportstättenbaues führt der **naks** (Nationaler Arbeitskreis Sportstättenbau) am 28. und 29. IV. 1977 in Frankfurt durch. Als Grundlage des Gespräches wird in folgende Themenkreise eingeführt:

1. Sachstandsbericht über die Verwirklichung des I. Goldenen Planes (G. ABELBECK, Frankfurt).
2. Sportstättenbau und Stadtentwicklung (J. HOTZAN, Bielefeld).
3. Programmstellung und Bedarf (D. MOMBAUR, Düsseldorf).
4. Rationelle Objektplanung und optimale Nutzung vorhandener Anlagen (F. ROSKAM, Köln).
5. Förderungsmaßnahmen der öffentlichen Hand unter partnerschaftlicher Mitwirkung der beteiligten Organisationen und Gruppen (G. ABELBECK, Frankfurt).

### Fachbeiräte der Gartenbauschule Wiesbaden wählen Vorsitzende

Die Fachbeiräte der Gartenbauschule Wiesbaden wählten in den letzten Sitzungen des Jahres 1976 ihre Vorsitzenden. Der Vorsitz für den Gemüsebau übernahm Wilhelm BREITINGER/Wiesbaden, für den Zierpflanzenbau Karl ZWERMANN/Wernborn. Beide Beiräte verabschiedeten das Versuchsprogramm 1977. Die bisherige Arbeit des Versuchsbetriebes der Gartenbauschule wird anerkannt, doch werden sich die Beiratsmitglieder nach den Richtlinien ihrer Satzung in Zukunft intensiver mit der Fortentwicklung der Versuchsarbeit an der Schule befassen müssen. Vor allem im Gemüsebau sind auf diesem Gebiet in den letzten Jahren eine Reihe von Wünschen offen geblieben.



# INTERNATIONAL TURFGRASS SOCIETY

III. INTERNATIONALE RASENKONFERENZ

III INTERNATIONAL TURFGRASS RESEARCH CONFERENCE

III-IEME CONFERENCE INTERNATIONALE DES GAZONS

11. — 13. 7. 1977 München / Munich

Penta Hotel, Hochstr. 3

## TAGUNGSPROGRAMM / PROGRAM / PROGRAMME

### Sonntag / Sunday / Dimanche / 10. Juli / July, 10 / 10 Juillet 1977

20.00 h	Anreise der Teilnehmer Begrüßungsempfang im Penta Hotel	Arrival of the participants  Reception in the Penta Hotel	Arrivée des participants  Réception au Penta Hotel
---------	---	---	--

### Montag / Monday / Lundi / 11. Juli / July, 11 / 11 Juillet 1977

9.00 h	Eröffnung der Konferenz und Begrüßungen	Opening of the Conference and Greeting Adresses	Ouverture de la conférence et discours de bienvenue
10.00 h	Beginn der Referate	Begin of the Sessions	Début des exposés
10.15—12.15 h	Anlage von Rasen incl. Renovation Mittagspause	Establishment of Turf including Renovation Lunch	Installation de pelouses y compris leur rénovation Déjeuner
14.00—15.45 h	Züchtungsfragen bei Rasengräsern Teepause	Breeding of Turfgrasses Break	Questions de sélection de graminées de gazon Interruption pour le thé
16.00—17.00 h	Fragen der Sortenprüfung	Evaluation of Turf Cultivars	Problèmes de l'examen de variétés
17.00 h	1. Arbeitssitzung der Internationalen Turfgrass Society	Business Session of the International Turfgrass Society	1ière session de travail de l'In- ternational Turfgrass Society
20.00 h	Bayerischer Abend	Bavarian Evening	Soirée bavaroise

### Dienstag / Tuesday / Mardi / 12. Juli / July, 12 / 12 Juillet 1977

8.00—10.00 h	Pflanzenphysiologische und morphologische Probleme bei Rasengräsern Teepause	Problems of Plant Physiology and Morphology of Turfgrasses Break	Problèmes physiologiques et morphologiques des graminées de gazon Interruption pour le thé
10.15—11.15 h	Wurzelfragen	Rootgrowth of Turfgrasses	Questions sur le système racinaire
11.15—12.15 h	Bodenfragen Mittagspause	Soil Problems Lunch	Problèmes du sol Déjeuner
14.00—16.00 h	Bodenfragen (Ende) und Be- wirtschaftung von Rasenflächen Teepause	Soil Problems and Management of Turf Break	Problèmes du sol (suite), entretien et utilisation des surfaces engazonnées Interruption pour le thé
16.15—18.15 h	Bewirtschaftung von Rasenflächen	Management of Turf	Exploitation et entretien de surfaces engazonnées

*Mittwoch / Wednesday / Mercredi / 13. Juli / July, 13 / 13 Juillet 1977*

8.00—10.00 h	Düngung und Fertiggrasen Teepause	Fertilization; Sodding Break	Fumure et gazons préculтивés Interruption pour le thé
10.15—12.15 h	Fertigrasen; Rasen im Straßenbau; Einsatz von Wachstumsregulatoren  Mittagspause	Sodding; Turf at road sides Growth Regulators  Lunch	Gazons préculтивés; utilisation de gazon dans la construction des routes; emploi de régulateurs de croissance  Déjeuner
13.00—16.00 h	Unkrautfragen und Krankheiten und Schädlinge im Rasen Teepause	Weed Problems; Diseases and Insects on Turf Break	Mauvaises herbes, maladies et parasites du gazon Thé
16.15—17.00 h	Krankheiten und Schädlinge im Rasen	Diseases and Insects on Turf	Maladies et parasites du gazon
17.00 h	Schlusssitzung der Konferenz mit Wahlen zum Executive Committee und Bestimmung des nächsten Konferenzortes	Final Business Session	Session de clôture et élection du comité exécutif; choix du prochain lieu de congrès
18.00 h	Abschiedsbankett	Banquet	Banquet d'adieu

*ACHBESICHTIGUNGEN WÄHREND DER ITS-KONFERENZ (kostenfrei für die registrierten Mitglieder)*

*XCURSIONS DURING THE ITS-CONFERENCE (Free of cost for full members)*

*XCURSIONS DANS LE CADRE DE LA CONFÉRENCE ITS (gratuites pour les membres enregistrés)*

*Montag / Monday / Lundi / 11. Juli / July, 11 / 11 Juillet 1977*

8.00 h	Besichtigung der Sportanlagen im Olympia-Gelände	Sportfields in the area of the former Olympic Games	Visite des installations olympiques
--------	--	---	-------------------------------------

*Dienstag / Tuesday / Mardi / 12. Juli / July, 12 / 12 Juillet 1977*

8.00 h	Wiederholung der Besichtigung der Sportanlagen im Olympia-Gelände	Sportfields in the area of the former Olympic Games	Répétition de la visite des installations olympiques
10.00 h	Besichtigung der Versuche des Bundessortenamtes in Eder am Holz	Trialfields of the Federal Cultivar Testing Authority in Eder am Holz	Départ pour la visite des champs d'essais du Bundessortenamt (Institut fédéral pour l'admission des variétés) à Eder am Holz

*Mittwoch / Wednesday / Mercredi / 13. Juli / July, 13 / 13 Juillet 1977*

8.30 h	Besichtigung der Bezirkssportanlagen und des Ost-Parks in Neu-Perlach sowie des Golfplatzes in Straßlach	Visit to sportfields and a public parc in the district of Neu-Perlach and to the Golf course of Strasslach	Visites du stade public et du Ost-Park à Neu-Perlach ainsi que du terrain de golf de Straßlach
--------	--	--	--

*DAMENPROGRAMM / LADIES / PROGRAM / PROGRAMM DES DAMES*

*(kostenfrei für die registrierten Mitglieder) (Free of cost for associate members)*

*gratuit pour les membres enregistrés)*

*Montag / Monday / Lundi / 11. Juli / July, 11 / 11 Juillet 1977*

8.00 h	Stadtrundfahrt durch München	Sightseeing in Munich	Visite de Munich en autocar
10.00 h	Besichtigung von Schloß Nymphenburg mit Parkanlagen	Visit to the Palace of Nymphenburg and its parc	Visite du Château de Nymphenburg et de ses parcs

*Dienstag / Tuesday / Mardi / 12. Juli / July, 12 / 12 Juillet 1977*

8.00 h	Ganztägige Rundfahrt in das Voralpengebiet. Route: Kloster Ettal — Oberammergau — Wieskirche — Hoher Peißenberg — Seeshaupt — Fahrt mit dem Schiff über den Starnberger See - München. Rückkehr gegen 18.00 h	Full day excursion into the pre-alpine region. Route: Cloister Ettal — Oberammergau — Wieskirche — Hoher Peißenberg — by ship across the Lake of Starnberg — Munich. Arrival about 18.00 h. Lunch included.	Excursion dans les Préalpes durant toute la journée; Itinéraire: Abbaye d'Ettal — Oberammergau — Wieskirche — Hoher Peißenberg — Seeshaupt — Traversée en bateau du Lac de Starnberg — Retour à Munich vers 18.00 h
--------	--	--	---

*Mittwoch / Wednesday / Mercredi / 13. Juli / July, 13 / 13 Juillet 1977*

8.00 h	Besichtigung des Olympia-Geländes mit Fahrt auf den Fernsehturm	Visit to the place of the former Olympic Games, by lift on top of the TV-Tower	Visite des installations olympiques et montée sur la Tour de Télévision
--------	---	--	---

*Abfahrt für alle Exkursionen vor dem Eingang des Penta-Hotel.*

*All excursions start at the entrance of the Penta Hotel.*

*Le départ des excursions aura lieu à l'entrée du Penta Hotel.*

## Vor- und Nachkonferenzreisen

Im Zusammenhang mit der ITS-Konferenz wurden Fachexkursionen durch die Bundesrepublik Deutschland, durch die Schweiz und Frankreich organisiert. Wegen der großen Zahl der Voranmeldungen, die die Zahl der möglichen Teilnehmer weit übersteigt, wird die Vorkonferenzreise durch die Bundesrepublik Deutschland nach der Konferenz mit dem gleichen Programm wiederholt. Folgende Reisen werden angeboten:

### I. Vorkonferenzreise durch die Bundesrepublik Deutschland

Kennwort: Turfgrass I, vom 3. bis 9. Juli 1977.

Reiseroute:

Köln – Bonn – Betzdorf – Gießen – Frankfurt – Ludwigshafen – Regensburg – Steinach – Freising – Eder am Holz – München.

Die Reise endet am 9. Juli 1977 abends im Penta Hotel in München.

Die Reise ist speziell für die Teilnehmer aus Übersee gedacht.

### II. Nachkonferenzreise durch die Bundesrepublik Deutschland

Kennwort: Turfgrass II, vom 14. bis 19. Juli 1977

Reiseroute:

München – Eder am Holz – Freising – Steinach – Regensburg – Ludwigshafen – Frankfurt – Gießen – Betzdorf – Bonn – Köln.

Diese Reise ist speziell für die Teilnehmer aus Europa gedacht.

### III. Nachkonferenzreise durch die Schweiz und Frankreich

Kennwort: Turfgrass III, vom 14. bis 23. Juli 1977

Reiseroute:

München – Lindau – Zürich – Bern – Thun – Gstaad – Lausanne – Genf – Macon – Poitiers – Lusignan – Saumur – Angers – Le Mans – Chartres – Paris.

Die Reise ist vor allem für Teilnehmer aus Übersee gedacht.

### Teilnehmergebühren

1. Für **Vollmitglieder** DM 200,-  
Diese Gebühr schließt den Preis für die Proceedings ein, die von der American Society of Agronomy gedruckt werden sollen, ferner die Kosten für die Teilnahme an den Fachexkursionen während der Konferenz.

2. Für **begleitende Mitglieder** (Ehefrauen, Kinder) DM 50,-  
Diese Gebühr schließt die Kosten für die Teilnahme an den Exkursionen des Damenprogramms ein.

Um die Planung der Exkursionen zu erleichtern, wird gebeten, mit der Anmeldung zur Konferenz eine Voranmeldung zu den Exkursionen einzusenden.

Alle Anmeldungen zu den Vor- und Nachkonferenzreisen (Turfgrass I, II und III) sowie für den Aufenthalt in München sind über das Reisebüro COOK abzuwickeln. Dieses wird auch die Kongreßgebühr unter Verrechnung der Vorauszahlung einziehen.

Das Tagungsbüro ist im Penta Hotel ab Sonntag, 10. Juli 1977, 11.00 Uhr, besetzt. Ferner wird das Reisebüro COOK während der Tagung im Penta Hotel erreichbar sein.

### Tours before and after the ITS-Conference

In connection with the ITS-Conference tours to the various turf sites were organized through the Federal

Republic of Germany, through Switzerland and France. Because of the high number of preliminary registrations which exceed the number of possible participants considerably, the tour before the conference through the Federal Republic of Germany will be repeated after the conference according to the same program.

The following tours will be offered:

Turfgrass I – Tour before the Conference through the Federal Republic of Germany, July, 3–9, 1977

Itinerary:

Köln – Bonn – Betzdorf – Gießen – Frankfurt – Ludwigshafen – Heidelberg – Regensburg – Steinach – Freising – Eder am Holz – Munich.

The tour will end in the evening of July, 9, 1977, in Munich, Penta Hotel.

This tour is specially intended for overseas visitors.

Turfgrass II – Tour after the Conference through the Federal Republic of Germany, July, 14–19, 1977

Itinerary:

Munich – Eder am Holz – Freising – Steinach – Regensburg – Heidelberg – Ludwigshafen – Frankfurt – Gießen – Betzdorf – Bonn – Köln.

This tour is specially intended for members from Europe.

Turfgrass III – Tour after the Conference through Switzerland and France, July, 14–23, 1977.

Itinerary:

Munich – Lindau – Zürich – Bern – Thun – Gstaad – Lausanne – Geneve – Macon – Poitiers – Lusignan – Saumur – Angers – Le Mans – Chartres – Paris.

This tour is specially intended for the members from overseas.

### Registration Fees

1. **Full members** DM 200,- / \$ 85,-  
This fee includes the price for the Proceedings which will be printed by the American Society of Agronomy, furtheron the costs for the participation in the excursions during the conference.
2. **Associate members** (spouses, children) DM 50,- / \$ 21,-  
This fee includes the costs for the participation in the excursions of the Ladies Program.

To facilitate the planning of the excursions, the members are kindly requested to send an application form with the registration form.

All booking for the tours before and after the Conference (Turfgrass I, II, III) as well as for the Hotel arrangements in Munich are realized by Wagons-Lits/Cook. This office will also accept the Conference fee including the reckoning up of the prepayment at the preliminary registration.

The Conference Office will be open in the Penta Hotel from Sunday, July, 10, 1977, 11.00 h a. m. Furtheron the travel agency Cook will be present in the Penta Hotel during the Conference.

### Les voyages précédant et suivant la conférence

Dans le cadre du congrès ITS ont été prévues des excursions à travers l'Allemagne fédérale, la Suisse et la France. Etant donné la grande quantité d'inscriptions provisoires dépassant de beaucoup le nombre possible de participants, le voyage précédant la conférence à travers l'Allemagne sera répété avec le même programme après la conférence.

Les voyages suivants ont été proposés:

### I. Voyage précédant la conférence à travers l'Allemagne fédérale

Code: Turfgrass I, du 3 au 9 juillet 1977

néraire:

logne — Bonn — Betzdorf — Giessen — Francfort — Ludwigshafen — Regensburg — Steinach — Freising — Eder am Holz — Munich.

Le voyage se terminera le soir du 9 juillet au Penta Hotel à Munich. Ce voyage est spécialement conçu pour les participants d'outre-mer.

#### Voyage suivant la conférence à travers l'Allemagne fédérale

Code: Turfgrass II, du 14 au 19 juillet 1977

néraire:

Munich — Eder am Holz — Freising — Steinach — Regensburg — Ludwigshafen — Francfort — Giessen — Betzdorf — Bonn — Cologne.

Le voyage est spécialement conçu pour les participants d'outre-mer.

#### II. Voyage suivant la conférence à travers la Suisse et la France

Code: Turfgrass III, du 14 au 23 juillet 1977

néraire:

Munich — Lindau — Zurich — Berne — Thun — Gstaad — Lausanne — Genève — Macon — Poitiers — Lusignan — Saumur — Angers — Le Mans — Chartres — Paris.

Le voyage est surtout indiqué pour les participants d'outre-mer.

#### Frais de participation

##### Members réguliers

DM 200,—

Cette somme comprend le prix des Proceedings qui seront imprimés par la American Society of Agronomy, ainsi que les frais de participation aux excursions ayant lieu au cours du congrès.

##### Members accompagnateurs

(conjoint, enfants)

DM 50,—

Cette somme comprend les frais de participation aux excursions du programme des dames.

Veuillez nous faire parvenir, afin de faciliter la préparation des excursions, en même temps que l'inscription la conférence votre pré-inscription aux excursions désirées.

Toutes les inscriptions aux voyages précédant et suivant la conférence (Turfgrass I, II et III) ainsi que celles concernant votre séjour à Munich sont à adresser à l'agence de voyage Wagons-lits/Cook. Ce bureau enverra également les frais de participation en tenant compte des arrhes déjà versées.

Le bureau d'organisation sera occupé à partir de Dimanche, 10 Juillet, 11 heures dans les locaux du Penta Hotel. De plus l'agence de voyage COOK se tiendra à votre disposition dans le Penta Hotel tout au long de la conférence.

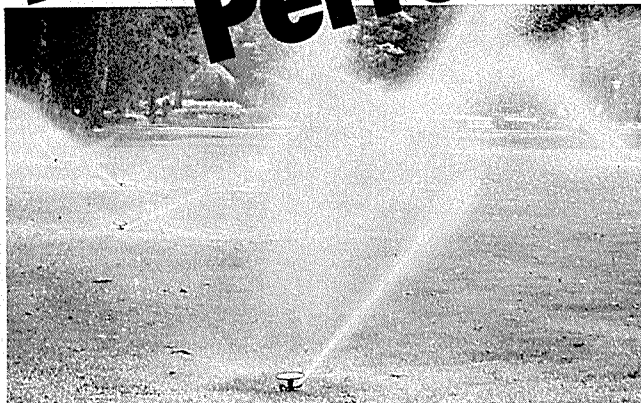
#### Adresses:

##### Adresses:

International Turfgrass Society,  
c/o Institut für Pflanzenbau  
Lützenburgweg 5, 5300 Bonn 1

Wagons-Lits/Cook, Kongreßzentrale  
Lützenburgstraße 33, 6000 Frankfurt/Main 1

# Die richtige Entscheidung: Beregnung = Perrot.



## Perrot-Versenkbergnung heißt: Entscheidung für die Perfektion der Beregnungstechnik.

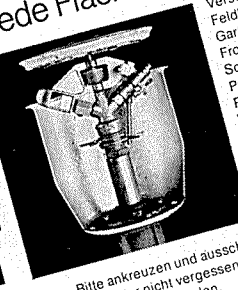
Das garantiert Ihnen Perrot, Pionier der europäischen Versenkbergnung und größtes Regnerwerk Europas mit über 50jähriger Erfahrung:

- Problemloser Einbau. Beratung, Planung und Montage durch Beregnungsspezialisten.
- Sprichwörtlich deutsche Präzision der Technik und Maßarbeit bei der Beregnung.
- Vollkommen wartungsfrei.
- Enorme Arbeits- und Personalsparnis.
- Halb- oder Vollautomatik, je nach Erfordernis und finanziellen Möglichkeiten.
- Herstellung im eigenen Werk Althengstett/Schwarzwald.
- Service-Stellen überall in Deutschland.
- Erstklassige Referenzen aus 81 Ländern der Welt.

## Perrot bietet Ihnen die ganze Beregnungspalette.

Für jeden Platz. Für jede Fläche.

# Perrot



Versenkbergnung  
Feldbergnung  
Gartenbergnung  
Frostschutzbergnung  
Schnellkupplungsrohre  
Pumpenbau  
Rohrwerk  
Verzinkerei

Bitte ankreuzen und ausschneiden.  
Absender nicht vergessen.  
Heute noch absenden.

### Planungsbögen:

Informieren Sie uns über maßgeschneiderte Beregnungsanlagen für:

- Tennisplatz
- Golfplatz
- Sportplatz
- Grasplatz
- Hartplatz
- Privatgarten
- Parkanlagen

- Grünflächen in Verkehrsanlagen
- Freibad/Liegewiesen
- Friedhof
- Pferderennbahn
- Reitplatz
- Reithalle

An Perrot-Regnerbau GmbH & Co.  
Postfach 120, D-7260 Calw  
Telefon (07051) 1941  
Telex 07 26 128

# **WIR HABEN DAS GRÜN IM GRIF**

Die Niedersächsischen Rasenkulturen –  
Spezialisten für kerngesundes Grün.  
Für strapazierfähigen Fertigrasen in den  
verschiedensten Sorten.

Auf der Grundlage moderner Wissenschaft-  
licher Erkenntnisse und langjähriger  
Erfahrung lassen wir dauerhaft schönen Rasen  
für Sie wachsen. Ein Grün aus guten Händen.

Niedersächsische Rasenkulturen Strodthoff & Behrens  
Helmchen Nr. 2 · 2831 Groß Lippener  
Wir übersenden wir Ihnen auf Anforderung  
Prospektunterlagen

