

RASEN

TURF | GAZON

GRÜNFLÄCHEN BEGRÜNNUNGEN

3

79

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

RASEN

TURF | GAZON

GRÜNFLÄCHEN BEGRÜNNUNGEN

September/Oktober 1979 - Heft 3 - Jahrgang 10
Hortus Verlag GmbH - 5300 Bonn 2

Herausgeber: Professor Dr. P. Boeker, Bonn

eröffentlichungsorgan für:

deutsche Rasengesellschaft e. V., Godesberger Allee
12-148, 5300 Bonn 2

Vereniging van Sportaccommodaties van de Nederlandse
Sportfederatie, Arnhem, Nederland

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

The Sports Turf Research Institute
Wetherby - Yorkshire / Großbritannien

Institut für Pflanzenbau der Rhein. Friedrich-Wilhelms-
Universität - Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau,
Katzenburgweg 5, Bonn 1

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

Landesanstalt für Pflanzenzucht und Samenprüfung,
Rinn bei Innsbruck/Österreich

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

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

aus dem Inhalt

88 Die Blattfläche, ein Mittel zur Früherkennung
von Gräserarten

E. A. Hemmersbach, Bonn

75 The Occurrence and Control of Thatch in
Sportsturf

W. A. Adams, C. Saxon, Aberystwyth

83 Einfluß unterschiedlicher Düngung auf die
Zusammensetzung einer Rasennarbe

W. Opitz von Boberfeld, M. Weber, Bonn, H. Wolf,
Deggendorf

90 Aus der internationalen Literatur

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

Verlag, Vertrieb und Anzeigenverwaltung: HORTUS
VERLAG GMBH, Postfach 20 05 50, Rheinallee 4 b,
5300 Bonn 2, Telefon (0 22 21) 35 30 30. Verlagsleitung
und Redaktion: R. Dörmann, Anzeigen: Josef A. Zaindl.
Gültig ist die Anzeigenpreisliste Nr. 5 vom 1. 10. 1979
Erscheinungsweise: jährlich vier Ausgaben.

Bezugspreis: Einzelheft DM 8,50, im Jahresabonnement
DM 32,- zuzüglich Porto und 6,5 % MwSt. Abonnements

verlängern sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn
nicht drei Monate vor Ablauf der Bezugszeit durch Ein-
schreiben gekündigt wurde.

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 von
Herausgeber und Redaktion wieder.

Einleitung

ne besondere Bedeutung für die Sortenfrüherkennung in Gräsern erlangten in den letzten Jahren Untersuchungen der Wachstumsmorphologie von Keimlings- und Jungpflanzen, da die jungen Gräser in der Ausbildung ihrer morphologischen Merkmale bereits die charakteristischen Eigenarten ihrer Sorte entfalten (EIFRIG, 1968; NITTLER, 1968, 1973; NITTLER und KENNY, 1972, 1975, 1976; POMMER, 1974 a, b, 1975; SIEBERTH, 1975; UNZER, 1977). Da es bisher noch nicht gelungen ist, eine eindeutige Trennung aller im Handel befindlichen Sorten einer Art durchzuführen, besteht ein Bedarf an neuen Kriterien, die auch eine Differenzierung einander sehr ähnlicher Sorten ermöglichen. Die Suche nach neuen Merkmalen für eine Sortenidentifikation wird umso eher zum Erfolg führen, je größer die Bedeutung der erfaßten Kriterien für den Verwendungszweck der Sorten ist (RUDLOFF, 1950; POMMER, 1975). In Grasbeständen stellt die Blattfläche einen der wichtigsten Ertragsparameter dar (NÖSBERGER, 1964, 1970; KOBET, 1966; KLAPP, 1971; WASSHAUSEN, 1975). Auch das Konkurrenzgeschehen eines Bestandes wird nicht unerheblich von der Blattfläche beeinflusst. Die Kenntnis der Blättflächengröße einzelner Sorten bietet daher Informationen für unterschiedliche Fragestellungen. Bisher liegen nur wenige Untersuchungen über das Blattbildungsvermögen von Gräserarten von (HRYNEWICZ, 1967; BÜHRING, 1968; RHODES, 1971, 1972). Die hier zusammengestellten Versuchsergebnisse sollen einen Aufschluß über das sortenspezifische Vermögen zur Blattbildung sowie die Eignung der Blattfläche als ein Merkmal zur Sortendifferenzierung geben. Der Wunsch nach einer Standardisierung des Verfahrens zur Sortenfrüherkennung (SIEBERTH, 1975; PIRSON und SCHEFFLING, 1979) bedingte einen Vergleich von unterschiedlichen Anzuchtverfahren und eine Untersuchung ihrer Einflußnahme auf die Merkmalsausprägung der Sorten.

1. Material und Methoden

Die Versuchsanstellung gliederte sich in einzelne Serien auf, die in den Jahren 1976–1978 in einem Gewächshaus und einer Freilandvegetationsanlage angeordnet wurden. Um die kleinklimatischen Umwelteinflüsse auf die Merkmalsausprägung erfassen zu können, wurden in der Regel als Anlageform ein Lateinisches Rechteck gewählt, wenn es technisch nicht anders möglich war, auch eine Blockanlage. Als Kulturgefäß wurde die Pikierschale PK 35 (35 x 27 x 5 cm) gewählt.

Zur Beleuchtung standen im Gewächshaus Osram L-Fluora-Leuchten (65 W/77 R) mit 1800 lux in Pflanzenhöhe zur Verfügung. Beleuchtet wurde je Tag 14–16 Stunden. Die Temperatursteuerung und Belüftung des Gewächshauses geschahen nicht automatisch.

In der Vegetationsanlage stand keine Zusatzbeleuchtung zur Verfügung. Die Pflanzen wurden unter den relativ günstigen Wachstumsbedingungen des Frühjahrs und des Herbstes angezogen (POMMER, 1975). Bei der Durchführung der Versuche wurde nur mit dem Saatgut einer Partie gearbeitet, um die zusätzliche genetische Varianz der Sorten auszuschalten. Die Untersuchungen erfolgten an Sorten von *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra* und *Phleum pratense* sowie *Phleum bertolonii*.

Zur Einsaat wurde für die Schale PK 35 eine Lochschablone hergestellt. In eine maßgerechte Holzplatte wurden 50 Löcher im Abstand von 3 x 5 cm gebohrt. Jeweils 5–10 Samenkörner wurden pro Loch eingelegt

und mit einem dünnen Holzstab ca. 1 cm tief in die Erde gedrückt. Nach dem Auflaufen konnten die Pflanzen auf die Zahl 50 vereinzelt werden.

Die Festsetzung des Untersuchungstermines erfolgte nach den Stadien der Feekes-Heyland Skala (FISCHBECK et al., 1975). Die Messungen richteten sich nach der Fragestellung der jeweiligen Versuchsserie und umspannten den gesamten Zeitraum der vegetativen Bestockungsphase der Gräser.

Neben der Blattfläche pro Pflanze (in cm^2) wurden, aufbauend auf den Ergebnissen der Literatur, folgende Unterscheidungskriterien gewählt: Blattfarbe, Wuchsform, Blatthaltung (Bonitur nach BUNDESSORTENAMT, 1975, 1978; SIEBERTH, 1975), Triebzahl, Blattzahl (Zählung), Wuchshöhe, Länge und Breite des längsten Blattes und eines zufällig entnommenen Durchschnittsblattes (in mm), Trockensubstanzgewicht der Blattspreiten (in mg) sowie die Spezifische Blattfläche (Berechnung: Blattfläche pro Einheit Trockensubstanz – cm^2/mg).

Für die Erfassung der Blattfläche stand das Flächenmeßgerät „Automatic Area Meter A-Am 7“ der Firma Hayashi, Denko Co KG, Tokio, Japan zur Verfügung.

Gemessen wurde der Blattanteil, d. h. die Größe der Blattspreiten ohne Berücksichtigung der Blattscheiden. Nach Abtrennung der Blätter an der Blattbasis erfolgte die Bestimmung der Blattfläche in cm^2 auf photooptischem Wege. Durch das gleichzeitige Messen möglichst vieler Blätter einer Pflanze sollte der Meßfehler verringert werden.

3. Ergebnisse

3.1 Prüfung der Merkmale

Die Ergebnisse des ersten Versuchsjahres 1976 zeigen, daß bei allen geprüften Arten die Merkmale Wuchshöhe, Länge und Breite des längsten Blattes und eines Durchschnittsblattes für eine Sortentrennung sehr gut geeignet sind. Eine gute bis befriedigende Anzahl Sortentrennungen ermöglichen die Merkmale Triebzahl, Blattzahl und Trockensubstanzgewicht der Blätter.

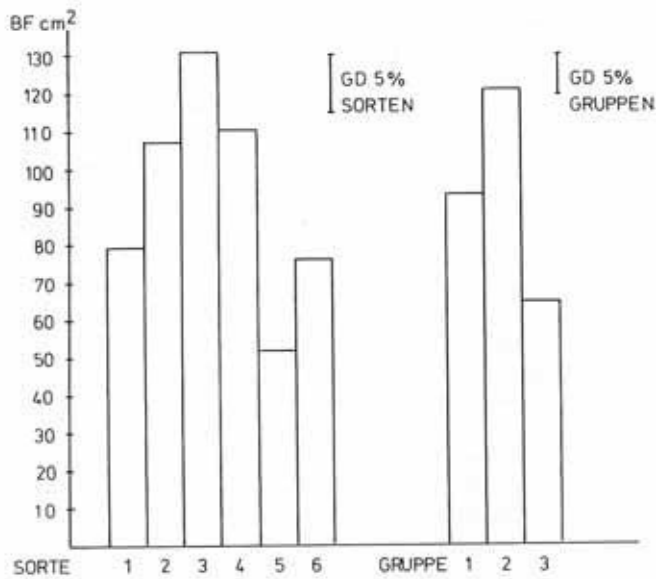
Die Blattfarbe, Wuchsform und Blatthaltung der Gräser sind sortentypisch, jedoch muß die subjektive Art ihrer Erfassung (durch Bonitur) negativ beurteilt werden. Für eine Sortentrennung sollten diese Merkmale nur ergänzenden Charakter besitzen.

Die Berechnung der Spezifischen Blattfläche erweist sich für eine Sortendifferenzierung als ungeeignet.

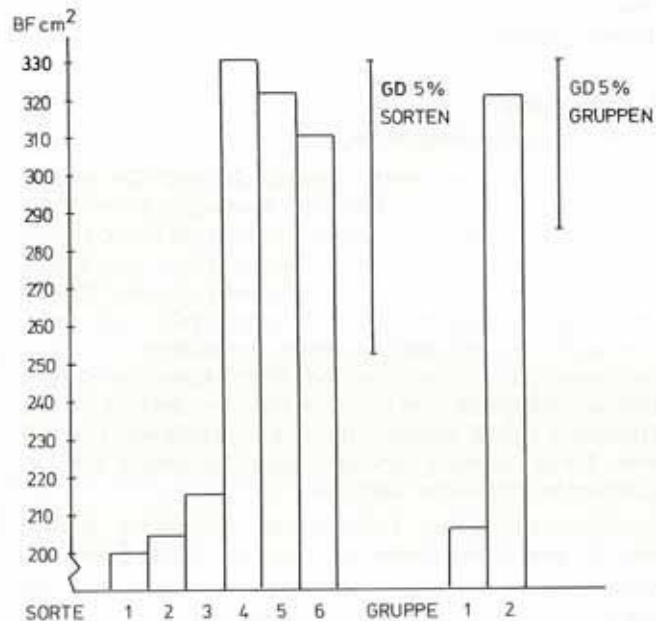
Anhand des Merkmals Blattfläche lassen sich bei den geprüften Arten Sortengruppen signifikant voneinander trennen (Darstellungen 1–4). Die Differenzierung einzelner Sorten verläuft bei den Arten verschieden. So ist bei *Lolium perenne* (Darstellung 1) eine gesicherte Unterscheidung der Sorten innerhalb ihrer Gruppen möglich. Die *Poa pratensis* Sorten verhalten sich innerhalb der Gruppen gleichartig (Darstellung 2). Aufgrund ihrer höheren Trieb- und Blattzahlen besitzen die Rasensorten der Wiesenrispe eine größere Blattfläche als die Futtersorten.

Ein gruppenspezifisches Verhalten ist auch bei den *Festuca rubra* Sorten zu erkennen. Innerhalb der Gruppen ist lediglich die Sorte GRACIA eindeutig identifizierbar. Sie läßt sich anhand ihrer Blättflächengröße den ausläuferbildenden Futtersorten zuordnen, während DAWSON als Zwischentyp mit kurzen Ausläufern (*Festuca rubra trichophylla*) nicht signifikant von den horstbildenden Rasensorten zu unterscheiden ist.

Eine Gruppendifferenzierung läßt sich bei *Phleum* (Darstellung 4) nur zwischen *Phleum pratense* und *Phleum*



Darst. 1: Blattfläche von sechs *Lolium perenne* Sorten Stadium 2.3 der Feekes-Heyland-Skala (BF von 10 Pflz.)
Sorten: 1 = Printo, 2 = Vigor, 3 = Barvestra, 4 = Terhoy, 5 = Manhattan, 6 = Pelo,
Gruppen: 1 = diploide Futtersorten, 2 = tetraploide Futtersorten, 3 = diploide Rasensorten,



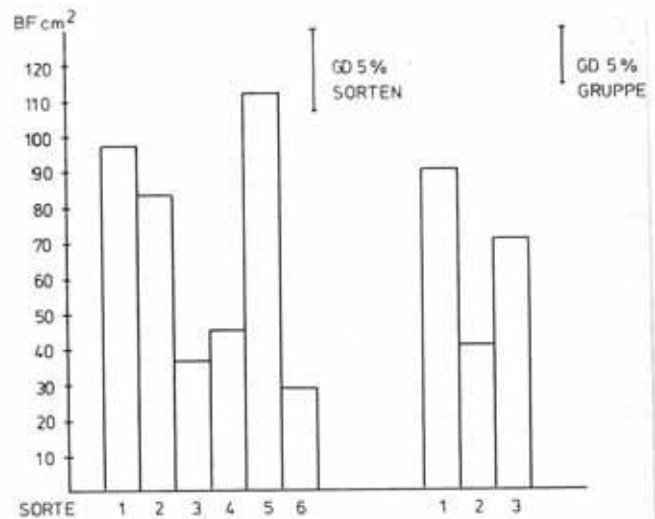
Darst. 2: Blattfläche von sechs *Poa pratensis* Sorten Stadium 2.3–2.7 der Feekes-Heyland-Skala (BF von 10 Pflz.)
Sorten: 1 = Union, 2 = Delft, 3 = Ottos, 4 = Parade, 5 = Baron, 6 = Merlon,

bertolonii vollziehen. Innerhalb dieser Gruppen besteht die Tendenz zu einer sortenspezifischen Blattflächenbildung, jedoch lassen sich die Größenunterschiede nicht absichern.

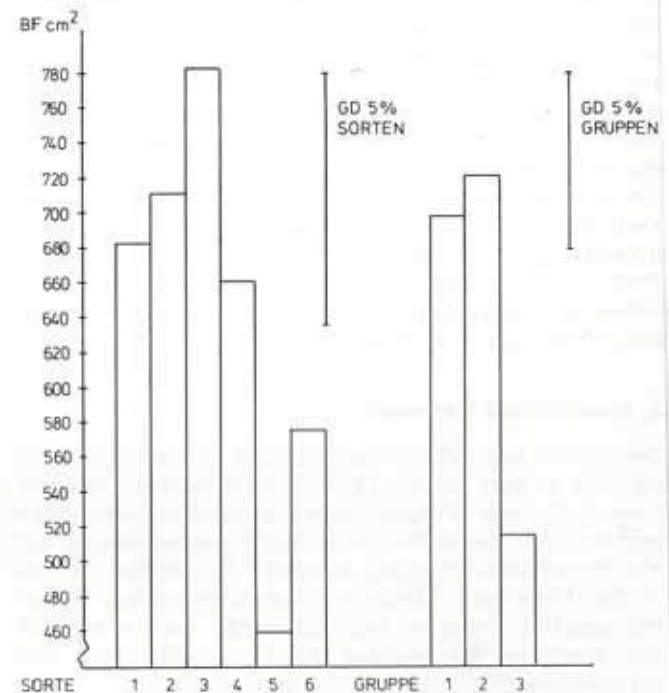
3.2 Anzuchtbedingungen und Merkmalsausprägung

3.2.1 Meßtermin

Um den verändernden Einfluß von verschiedenen Anzuchtformen auf die Sortenunterschiede zu klären und im Hinblick auf eine Standardisierung der Jungpflanzenanalyse präzise Angaben über die für eine Differenzierung günstigsten Anzuchtverfahren zu gewinnen, wird die Art *Lolium perenne* als schnellwachsender Teststandard bei unterschiedlichen Anzuchtbedingungen geprüft.



Darst. 3: Blattfläche von sechs *Festuca rubra* Sorten Stadium 2.3 der Feekes-Heyland-Skala (BF von 10 Pflz.)
Sorten: 1 = Roland 21, 2 = Liebenziger, 3 = Lifalla, 4 = Rasengold, 5 = Gracia, 6 = Dawson,
Gruppen: 1 = Futtersorten, ausläuferbild., 2 = Rasensorten, horstbild., 3 = Rasensorten, ausläuferbild.,



Darst. 4: Blattfläche von sechs *Phleum pratense* und *Phleum bertolonii* Sorten Stadium 2.5 der Feekes-Heyland-Skala (BF von 10 Pflz.)
Sorten: 1 = Dolema, 2 = Phlewiola, 3 = King, 4 = Pastremo, 5 = Holea, 6 = Rali,
Gruppen: 1 = Futtersorten Ph. pratense, 2 = Rasensorten Ph. pratense, 3 = Rasensorten Ph. bertolonii,

Von bedeutendem Einfluß auf die Merkmalsausprägung ist die Wachstumszeit bis zur Messung. Ein Vergleich der Merkmale von sechs *Lolium perenne* Sorten an vier Meßterminen (Stadien 2.2, 2.3, 2.3–2.5, 2.7 der Feekes-Heyland-Skala) ergibt die Möglichkeit einer Sortendifferenzierung in allen geprüften Stadien der vegetativen Pflanzenentwicklung. In der Phase der Anfangsbestockung (Stadium 2.3–2.5) entfalten die Sorten ihre markantesten Merkmalsausprägungen. Der für eine Sortenanalyse günstigste Meßzeitpunkt wird in der Erfassung der Pflanzen zu dieser Bestockungsphase gesehen. Die Blattfläche der Sorten nimmt im Verlaufe des Wachstums zu (Tabelle 1). Die größten Unterschiede zwischen

3.2.3 Pflanzendichte

Um das Verhalten der Gräser bei unterschiedlicher Bestandesdichte zu überprüfen, werden die Sorten mit Dichten von 25, 50, 75 und 100 Pflanzen pro Schale angezogen. Die Auswahl der Sorten erfaßt drei gegensätzliche *Lolium perenne* Typen — PRINTO, TERHOY, MANHATTAN —, die jeweils als Vertreter ihrer Gruppe dienen.

Die unterschiedliche Bestandesdichte übt auf die Sortendifferenzierung keinen signifikanten Einfluß aus. Die Ausprägungsstufen der Sortenmerkmale werden in ihrem Niveau verschoben, während die Relationen zwischen den Sorten weitgehend erhalten bleiben (Darstellung 5). Für die Durchführung einer Sortenanalyse erweist sich ein weiter Stand mit einzelpflanzenähnlichem Charakter als vorteilhaft. Da bei einem Bestand von 25 Pflanzen zu wenig Material zur Verfügung steht, ist eine Dichte von 50 Pflanzen pro Schale PK 35 für die Standardisierung zu empfehlen.

3.3 Merkmalsabhängigkeiten

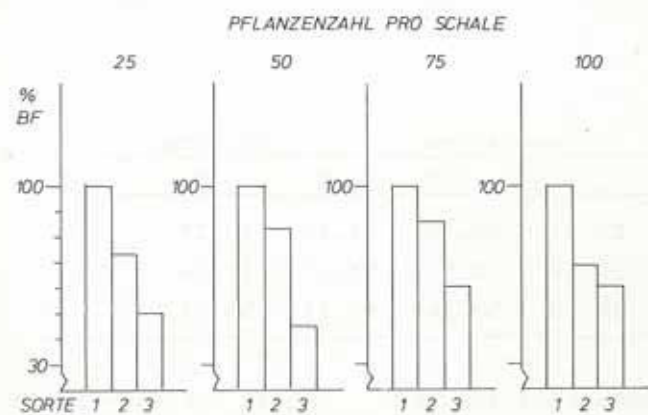
Große Unterschiede im Verhalten der Arten sind in den Merkmalskorrelationen zur Blattfläche zu verzeichnen. Die Ausbildung der Blattfläche kann entweder unabhängig erfolgen (*Lolium perenne*) oder von einer Reihe morphologischer Kriterien bestimmt werden. So steht sie bei *Poa pratensis* in enger Beziehung zu der Zahl der gebildeten Triebe ($r = 0,72$) und Blätter ($r = 0,75$), während bei *Festuca rubra* die Länge des Durchschnittsblattes eine gesicherte Korrelation von $r = 0,62$ zur Blattfläche aufweist.

Weiterhin besteht bei *Phleum pratense*, *Poa pratensis* und *Festuca rubra* eine gut gesicherte lineare Abhängigkeit zwischen der Blattfläche und dem Gewicht der gebildeten Trockensubstanz der Blattspreiten (Darstellung 6).

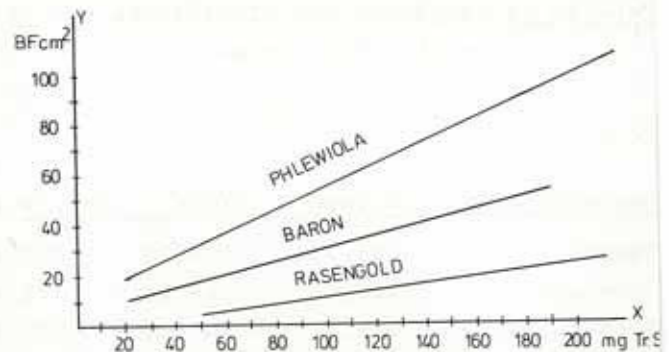
Die bei den geprüften Arten in der Ausprägung zu der Blattfläche unterschiedlich auftretenden Beziehungen zeigen, daß nicht unmittelbar von der Ausbildung eines anderen Unterscheidungsmerkmals auf die Größe der Blattfläche Rückschlüsse gezogen werden können. Die Ergebnisse der durchgeführten Versuchsreihen weisen eine unterschiedliche Anzahl Sortentrennungen, bedingt durch die Blattfläche und der mit ihr korrelierten Merkmale, auf. Im Hinblick auf eine weitgehende Unabhängigkeit der geprüften Merkmale zueinander kommt der Blattfläche deswegen für eine Sortentrennung eine positive Bedeutung zu.

4. Diskussion

Sortenunterscheidungen werden in Prüfungen anhand ihrer typischen Merkmale vollzogen. Dabei können die



Darst. 5: Blattfläche von drei *Lolium perenne* Sorten bei unterschiedlicher Bestandesdichte, Blattfläche in % zu Printo = 100 %
Sorten: 1 = Printo, 2 = Terhoj, 3 = Manhattan.



Darst. 6: Beziehung zwischen der Blattfläche und dem Trockensubstanzgehalt der Blattspreiten

Phlewiola:	$y = 0,447x + 10,399$	$r = 0,815^{**}$	$n = 300$
Baron:	$y = 0,256x + 4,304$	$r = 0,722^{**}$	$n = 160$
Rasengold:	$y = 0,123x - 2,068$	$r = 0,699^{**}$	$n = 90$

einzelnen Sorten in einem oder auch mehreren Merkmalen differieren (NITTLER, 1973). Je geringer die Zahl der Unterscheidungskriterien ist, um so größer müssen die Merkmalsunterschiede sein (DUYVENDAK und VOS 1971).

Bei den Gräsern streut die Ausprägung der einzelner Merkmalsstufen innerhalb von Toleranzgrenzen (BÖRINGER, 1969; HEMMERSBACH, 1979). Eine Sorte oder ein Sortenmerkmal wird deswegen um so homogener und beständiger sein, je intensiver die züchterische Selektion dieses Merkmals erfolgte. Da eine Sortenzüchtung stets auf einen speziellen Verwendungszweck der Sorten ausgerichtet ist, werden die selektierten Merkmale meist morphologischer oder physiologischer Natur sein (KAMENSKY, 1934; RUDLOFF, 1950; POMMER, 1975). Die Eignung der Merkmale für eine Sortenerkennung ist demnach um so günstiger zu beurteilen, je spezifischer sie für einen bestimmten Verwendungszweck sind.

Da die Blattfläche in Grünlandbeständen eine wichtige ertragsbestimmende Größe darstellt (COOPER, 1956; BROWN und BLASER, 1968), kommt der Überprüfung des sortenspezifischen Blattbildungsvermögens eine besondere Bedeutung zu.

Aus den Ergebnissen der vorliegenden Versuchsanstellung läßt sich die Schlußfolgerung ziehen, daß eine Eignungsbeurteilung der Blattfläche als ein weiteres Kriterium zur Sortenfrüherkennung für die einzelnen Arten getrennt vorgenommen werden muß.

Die Trennung von Sortengruppen anhand ihrer Blattflächengröße läßt sich bei den geprüften vier Arten gleich gut vollziehen (Darstellungen 1–4). Eine ausschließliche Gruppentrennung ist jedoch unbefriedigend, da der große Zeitaufwand, der für die schwierige Messung der kleinen Blätter erforderlich ist (HEMMERSBACH, 1979) in keinem Verhältnis zu den erreichten Ergebnissen steht. Eine Gruppeneinteilung der Gräser läßt sich einfacher und schneller durch die Messung der Wuchshöhe und der Blattlängen und -breiten der Pflanzen sowie der Auszählung der Triebe und Blätter vornehmen (POMMER, 1974 a, b, 1975; SIEBERTH, 1975; PIRSON und SCHERING, 1979; HEMMERSBACH, 1979). Die Erfassung der sorteneigenen Blattfläche verspricht nur dann einen Informationsgewinn, wenn sich anhand dieses Kriteriums auch einzelne Sorten innerhalb ihrer Gruppen voneinander differenzieren lassen. Bei dem geprüften, begrenzten Sortenspektrum zeigen die Arten *Poa pratensis* und *Phleum pratense* sowie *Phleum bertolonii* keine sortenspezifischen Blattflächenunterschiede innerhalb ihrer Gruppen (Darstellungen 2 und 4). Bevor eine endgültige Aussage über den Wert der Blattfläche als ein sortendifferenzierendes Kriterium bei die-

en Arten getroffen werden kann, sollten noch weitere Sorten untersucht werden.

Bei den Arten *Lolium perenne* (Darstellung 1) und *Festuca rubra* (Darstellung 3) ist die Anwendung der Blattfläche zur Sortentrennung positiv zu beurteilen. Weitergehende Untersuchungen zeigen, daß auch innerhalb der Sortengruppen gesicherte Blattflächenunterschiede auftreten (HEMMERSBACH, 1979). In zweifelhaften Fällen der Sortenidentität ist bei diesen Arten die Analyse der Blattflächen zu empfehlen.

Die Probleme einer Sortenprüfung liegen in der Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den einzelnen Versuchsstationen (COOPER, 1956; HAWKINS et al., 1964). Da die Umwelt das Wachstum der Pflanzen beeinflusst (NULTSCH, 1971) — es werden nicht nur die Relationen zwischen den Orten verschoben, sondern es treten auch Wechselwirkungen zwischen Ort x Sorte auf —, kann die Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse nur durch eine weitgehende Standardisierung der Anzuchtbedingungen gewährleistet werden, wie sie eine Kultur im Gewächshaus ermöglicht (PIRSON und SCHEURING, 1979). Bei der Unterglaskultur werden nicht die vorhandenen Sortenunterschiede durch Witterungseinflüsse verwischt, sondern die Merkmalsausprägungen können schon sehr früh auftreten und beurteilt werden. Trotzdem warnt NITTLER (1973) vor einer Überbewertung der Gewächshauskulturen, da selbst in Klimakammern Variationen in Wasser-, Temperatur- und Lichtverhältnissen auftreten können. Um den möglichen, verändernden Einfluß unterschiedlicher Anzuchtverfahren auf die Merkmalsausprägung der Sorten, insbesondere der Blattfläche zu erfassen, sind die Gräser unter variierten Wachstumsbedingungen angezogen worden.

Die Überprüfung des Zeiteinflusses auf die Merkmalsausbildung der Sorten ergibt die Möglichkeit einer Sortentrennung in allen untersuchten Wachstumsstadien. Jedoch zeigen sich in der Anfangsbestockung (Stadium 2.3–2.5 der Feekes-Heyland-Skala) die deutlichsten Sortenunterschiede (Tabelle 1). Die Messung der Blattfläche sollte möglichst in diesem Stadium erfolgen.

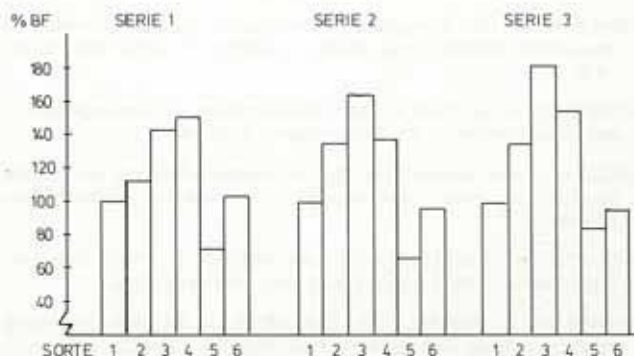
Für den exakten Vergleich verschiedener Sorten ist es notwendig, daß in den Pflanzgefäßen eine gleichmäßige Bestandesdichte herrscht. Treten Fehlstellen auf, können durch die unterschiedlichen Konkurrenzverhältnisse Sortenrelationen verändert werden (DONALD, 1951). Um einen gleichmäßigen Bestand zu erzielen, sind die Gräser in Sandkistchen ausgesät und bei Erscheinen des ersten Laubblattes pikiert worden. Ein Vergleich von umgepflanzten mit direkt eingesäten Gräsern zeigt jedoch, daß die jungen Pflanzen in ihrem Wachstum durch das Pikieren erheblich gestört werden (Tabelle 2). Es treten Wechselwirkungen von Anzucht x Sorte auf, dies bedeutet, daß das Sortenbild unkontrollierbar durch ein Umpflanzen beeinflusst wird. Da ein Pikieren außerdem einen Verlust an signifikanten Sortenunterscheidungen hervorruft (HEMMERSBACH, 1979), ist in jedem Fall die Direktsaat vorzuziehen. Bei einer Reinsaat können genügend Samen ausgelegt und nach der Keimung vereinzelt werden, so daß ein gleichmäßiger Bestand erzielt wird.

Für die Anzucht der Pflanzen wird ein einheitliches Substrat benötigt, daß von allen interessierten Sortenprüfern erworben werden kann. Als alternative Lösung ist die Verwendung von Einheitserde oder Torfkultursubstrat anzusehen, da sie in relativ genormter Form über den Fachhandel zu beziehen und innerhalb einer Partie einheitlich sind. Die Ergebnisse der Versuche zeigen, daß sich der Einfluß der geprüften Wachstumsmedien — Abraumerlöß, Einheitserde ED 73 und Torfkultursubstrat

TKS I — in einer Niveaushiftung der Merkmale äußert (Tabelle 2). Für die Durchführung der Sortenanalyse erweist sich die Anzucht in TKS I als sehr günstig. Die Gräser entwickeln sich kräftig und entfalten ausgeprägte Sortenmerkmale. Für die kurze Wachstumszeit (ca. 6–8 Wochen) ist die Nährstoffversorgung des Substrates ausreichend. Zur Strukturverbesserung sollte das Torfkultursubstrat mit der gewichtsmäßig gleichen Menge feingesiebten Quarzsandes angereichert werden.

Von bedeutendem Einfluß auf die Entwicklung der Blattfläche ist die Pflanzendichte. Steigt die Pflanzenzahl an, so sterben durch Selbstbeschattung die älteren Blätter an der Blattbasis ab (LEHMANN, 1968). Auf die Größe der Blattfläche wird dadurch ein nicht kalkulierbarer Einfluß ausgeübt (WILLIAMS et al., 1965). Die Reaktion der Sorten auf unterschiedliche Bestandesdichten äußert sich in einer Verschiebung der Merkmalsausprägungen. Bei steigender Dichte sind die Blätter feiner und zarter und ihre Messung wird erschwert. Die Relationen in der Blattflächenausbildung zwischen den Sorten bleiben dagegen weitgehend erhalten (Darstellung 5). Für die Durchführung einer Sortenanalyse ist ein weiter Stand mit einzelpflanzenähnlichem Charakter aus arbeitstechnischen Gründen vorteilhaft. Eine Dichte von 50 Pflanzen pro Schale stellt für die Auswahl der Gräser einen günstigen Wert dar. Diese Pflanzenzahl entspricht den UPOV-Richtlinien (UPOV — INTERNATIONALER VERBAND ZUM SCHUTZ VON PFLANZENZÜCHTUNGEN, 1973), die für eine Sortenerkennung einen Bestand von 50 Pflanzen pro Parzelle empfehlen.

Für eine Sortentrennung werden diejenigen Merkmale die größte Aussagekraft besitzen, deren Entwicklung weitgehend unabhängig erfolgt (MÜNZER, 1977). Das unterschiedliche Verhalten der Arten in der Beziehung ihrer Merkmale zur Blattfläche weist aus, daß nicht unmittelbar von der Größe eines anderen Merkmals Rückschlüsse auf die Blattfläche gezogen werden können. Die Ausbildung der Blattfläche kann als weitgehend unabhängig und ihre Erfassung als ein positiver Beitrag zum Verfahren der Sortenfrüherkennung angesehen werden. Für die Standardisierung der Jungpflanzenanalyse ist die Variabilität der Merkmale zwischen den einzelnen Serien bzw. Prüfstationen von elementarer Bedeutung. Die einheitliche Reaktion der Sorten auf die abgeänderten Anzuchtformen läßt den Schluß zu, daß für eine Sortentrennung nicht die absoluten Werte der Merkmale von Bedeutung sind, sondern die Relationen der Merkmalsdifferenzen zwischen den Sorten. Bleiben



Darst. 7: Vergleich der prozentualen Blattfläche von sechs *Lolium perenne* Sorten in drei unterschiedlichen Serien $\text{Printo} = 100\%$
 Sorten: 1 = Printo, 2 = Vigor, 3 = Barvestra, 4 = Terhoy, 5 = Manhattan, 6 = Pelo,
 Serien: 1 = gesät im Mai 1976, 2 = pikiert im Juli 1976, 3 = pikiert im Gewächshaus.

letztere auch zwischen den einzelnen Serien und Prüfstationen erhalten, kann auf eine hohe sortenspezifische Merkmalsausprägung geschlossen werden.

Um einen Überblick über die Veränderlichkeit der Sortenrelationen zu erhalten, werden die prozentualen Blattflächen (Sorte PRINTO = 100 %) von drei Serien miteinander verglichen (Darstellung 7). Trotz der unterschiedlichen Anzuchtbedingungen – Serie 1, gesät im Mai 1976, Serie 2, pikiert im Juli 1976, Serie 3, pikiert im Gewächshaus – besteht keine gesicherte Wechselwirkung zwischen Serie x Sorte. Die Relationen bleiben zwischen den Sorten erhalten. Ein gleichartiges Sortenverhalten stellen auch POMMER (1974 a) und SIEBERTH (1975) fest. Nach ihren Untersuchungen wirkt sich die Jahreszeit wenig verändernd auf die Sortenunterschiede aus. Die morphologischen Jungpflanzenmerkmale scheinen stabil und auch bei der Verwendung des Saatgutes verschiedener Jahrgänge gleichsinnig reproduzierbar zu sein (POMMER, 1974 a).

Bei Beurteilung der Blattfläche für ihre Eignung als Merkmal zur Sortenfrüherkennung kann, auch im Hinblick auf die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse, die Anwendung dieses Kriteriums in der Sortenanalyse positiv bewertet werden.

5. Literaturverzeichnis

- BÖRINGER, D., 1969: Sorte und Sortenprüfung im Spiegel nationaler und internationaler Entwicklungen. – SAFA, **21**, 528–533.
- BROWN, R. H. and BLASER, R. E., 1968: Leaf area index in pasture growth. – Herb. Abstr., **38**, 1–9.
- BOHRING, J., 1968: Photoperiodische Untersuchungen über den Ährenschiebetermin bei Sorten von *Lolium perenne* und *Phleum pratense*. – Z. Landeskultur, **9**, 165–180.
- BUNDESSORTENAMT, 1975: Beschreibende Sortenliste, Rasengräser. – Alfred Strothe Verl., Hannover, 140 S.
- BUNDESSORTENAMT, 1978: Beschreibende Sortenliste für Gräser und landwirtschaftliche Leguminosen. – Alfred Strothe Verl., Hannover, 272 S.
- COOPER, J. P., 1956: A rapid technique for strain identification in the ryegrass. – J. Brit. Grassl. Soc., **11**, 42–47.
- DONALD, C. M., 1951: Competition among pasture plants. 1. Intraspecific competition among annual plants. – Austral. J. agric. Res., **2**, 355–376.
- DUYVENDAK, R. und VOS, H., 1971: Sortenprüfung von Rasengräsern in den Niederlanden. – Rasen-Turf-Gazon, **2**, 40–45.
- EIFRIG, H., 1968: Möglichkeiten der Sortenunterscheidung bei *Lolium perenne* spp. durch Laborversuche. – Z. Acker- u. Pflanzenbau, **128**, 46–70.
- FISCHBECK, G., HEYLAND, K. U. und KNAUER, N., 1975: Spezieller Pflanzenbau. – UTB, Eugen Ulmer Verl., Stuttgart, 336 S.
- HAWKINS, R. P., HORNE, F. R. and KELLY, A. F., 1964: Identifying cultivars of grass and clover. – Proc. ISTA, **29**, 837–850.
- HEMMERSBACH, E. A., 1979: Sortenfrüherkennung von Gräsern im Jungpflanzenstadium unter besonderer Berücksichtigung des Merkmals Blattfläche. – Diss. Bonn.
- HRZYNEWICZ, Z., 1967: Le dynamisme de développement des variétés de ray-grass anglais (*Lolium perenne* L.). – Schweiz. landw. Forsch., **6**, 227–245.
- KAMENSKY, K., 1934: Die Möglichkeiten und Aussichten der Echtheitsuntersuchungen des Saatgutes im Laboratorium. – Proc. ISTA, **6**, 381–389.
- KENDALL, M. G., 1955: Rank correlation methods. 2nd ed. Charles Griffin & Company Ltd., London, 196 p.
- KLAPP, E., 1971: Wiesen und Weiden. 4. Aufl. Paul Parey Verl., Berlin und Hamburg, 620 S.
- KOBLET, R., 1966: Über Fragen der Bestandesbildung im Futterbau. – Z. Acker- u. Pflanzenbau, **124**, 165–178.
- KOSSWIG, W., 1979: Pers. Mitt.
- LEHMANN, J., 1968: Der Ertragsaufbau von Beständen des Knaulgrases (*Dactylis glomerata* L.) in Abhängigkeit von den Umweltbedingungen und vom Schnittregime. – Diss. ETH Zürich.
- MÖNZER, W., 1977: Zur Unterscheidung verschiedener Wuchstypen beim Rotschwingel (*Festuca rubra* L.). – Rasen-Turf-Gazon, **2**, 36–40.
- NITTLER, L. W., 1968: Varietal differences among phosphorus deficient oat seedlings. – Crop. Sci., **8**, 393–394.
- NITTLER, L. W., 1973: Growth chamber and greenhouse varietal purity tests. – Seed Sci. & Technol., **1**, 163–179.
- NITTLER, L. W. and KENNY, T. J., 1972: Cultivar differences among calcium deficient Kentucky bluegrass seedlings. – Agron. J., **64**, 73–75.
- NITTLER, L. W. and KENNY, T. J., 1975: Identification of Kentucky bluegrass cultivars using nitrogen-deficient culture. – Agron. J., **67**, 441–443.
- NITTLER, L. W. and KENNY, T. J., 1976: Crown, tiller and rhizome characteristics of Kentucky bluegrass cultivars. – Agron. J., **68**, 395–397.
- NOSBERGER, J., 1964: Der Ertragsaufbau von Pflanzenbeständen. – Schweiz. landw. Forsch., **3**, 7–11.
- NOSBERGER, J., 1970: Die Analyse der Ertragsbildung von Pflanzen. Schweiz. landw. Mh., **48**, 325–345.
- NULTSCH, W., 1971: Allgemeine Botanik. 4. Aufl. Georg Thieme Verl., Stuttgart, 420 S.
- PIRSON, H. und SCHERING, J., 1979: Technische Voraussetzungen zur Durchführung der Sortenfrüherkennung bei Rasengräser-Mischungen. – Rasen-Turf-Gazon, **2**, 58–59.
- POMMER, G., 1974 a: Zur Frage der Sortenerkennung von Rasengräserarten. – Rasen-Turf-Gazon, **5**, 48–50.
- POMMER, G., 1974 b: Zuwachsraten und Wuchshöhen von Rasengräserarten. – Rasen-Turf-Gazon, **5**, 92–95.
- POMMER, G., 1975: Qualität von Rasenmischungen (2) Qualitätskontrolle mit Hilfe der Sortenechtheitsprüfung. – Garten- u. Landschaftsbau, **42**, 1639–1640.
- RHODES, I., 1971: Productivity and canopy structure of two contrasting varieties of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) grown in a controlled environment. – J. Brit. Grassl. Soc., **26**, 9–15.
- RHODES, I., 1972: Yield, leaf area-index and photosynthetic rate in some perennial ryegrass (*Lolium perenne*) selections. – J. Agric. Sci., **78**, 509–511.
- RUDLOFF, C. F., 1950: Sortenechtheit und Sortenreinheit. – Saatguterwirtsch., **2**, 76.
- SIEBERTH, K., 1975: Kriterien der Futterpflanzen einschließlich Rasengräser und ihre Bewertung zur Sortenidentifizierung. – Bundesverb. Dt. Pflanzzüchter e. V., 344 S.
- UPOV – Internationaler Verband zum Schutz von Pflanzzüchtungen, 1973: UPOV-Richtlinien für die Durchführung der Prüfung auf Unterscheidbarkeit, Homogenität und Beständigkeit. – TG/1/1-Allgemeine Einführung.

Verfasser: E. A. Hemmersbach, Institut für Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Katzenburgweg 5, 5300 Bonn 1

The Occurrence and Control of Thatch in Sportsturf

W. A. Adams and C. Saxon, Aberystwyth

Zusammenfassung

Die Entwicklung von Rasenfilz, d. h. einer oberflächlichen Ansammlung von Pflanzenresten in verschiedenen Stadien der Zersetzung, ist eine unvermeidliche Entwicklung in den Rasen, wenn die Böden nur sehr wenige oder keine die Erde aufwerfende Regenwürmer enthalten. Der Rasenfilz schafft eine Reihe von Problemen, die besonders bedeutsam sind auf Rasen, die für Sportzwecke genutzt werden. Diese umfassen: eine starke Wasserzurückhaltung als Folge einer größeren Häufigkeit von oberflächlichem Wasserstau; die Entwicklung eines wasserabweisenden Charakters der Narbe im trockenen Zustand, wodurch sich ein lange anhaltender Widerstand gegen die Wiederbefeuchtung ergibt sowie ein stark schwammiges Verhalten bei dicker Rasenfilzanhäufung.

Es ist unwahrscheinlich, daß die Menge an totem Pflanzenmaterial, die auf oder nahe der Bodenoberfläche angehäuft wird, in stärkerem Maße durch die Düngung oder die Art des Schnittes beeinflußt werden kann, vorausgesetzt die Schnittreste werden entfernt; jedoch kann eine zu geringe Höhe der Nährstoffversorgung den Widerstand der Pflanzenreste gegen die Zersetzung erhöhen. Ferner erhöhen Fehlschläge bei der Entfernung der Schnittreste die Zufuhr an Pflanzenrückständen. Von diesen sind die Blattgewebe eher zersetzbar als die von Trieben und Wurzeln.

Es gibt eine Reihe von Pflegemaßnahmen, die den Schäden durch die Rasenfilzanhäufung durch Verbesserung des Aerifizierens und durch Beseitigung der Verdichtung des darunter liegenden Bodens vorbeugen können. Es ist ebenfalls möglich, wenigstens Teile der angesammelten Filzschicht zu entfernen. Bisher hat sich kein chemisches Mittel als von praktischem Wert für die direkte Verminderung der Rasenfilzanhäufung erwiesen. Anlage- und Bewirtschaftungstechniken haben entweder keine oder nur eine geringe Wirkung auf den Trend zur Rasenfilzbildung, wenn die Böden frei von Regenwürmern sind.

Die Bildung von Rasenfilz ist notwendigerweise ein Phänomen der Bodenoberfläche. Daher ist der Gebrauch von mineralischen oder organisch/mineralischen Topdressings die einzige langfristig wirksame Methode, um den Gehalt der Bodenoberfläche an organischer Substanz in Ordnung zu halten, wengleich das mit anderen Pflegemaßnahmen verbunden sein muß. Dabei sind die Korngrößenverteilung der Bodenpartikel, der Gehalt an organischer Substanz, die Häufigkeit, Art und Menge der Topdressing-Anwendung wichtige Überlegungen wert. Man kann sich damit begnügen, die Höhe der Topdressing-Anwendung aus der Kenntnis der Zufuhr an Pflanzenresten auf die Bodenoberfläche und ihrer Zersetzungsrate zu errechnen unter Berücksichtigung eines Grenzwertes für den Gehalt an organischer Substanz in

Résumé

La formation de couches feutrées humifères, c.a.d. d'une accumulation superficielle de débris végétaux en différents stades de décomposition est un phénomène inévitable lorsque les sols des gazons ne contiennent que peu ou pas de vers de terre susceptibles de mélanger et de soulever la terre. Cette couche crée certains problèmes, surtout pour des pelouses utilisées dans des buts sportifs. Les difficultés résultent: d'une rétention élevée en eau suite aux engorgements plus fréquents de la surface, ainsi que d'un caractère plutôt hydrophobe de la couche végétale à l'état sec, se traduisant par une résistance prolongée à l'humectation, et d'un comportement fortement spongieux lorsque le feutrage est épais.

Il est peu probable que la fertilisation ou la conduite des coupes réussissent à influencer la quantité des végétaux morts accumulés à la surface du sol à condition de ramasser les herbes coupées; cependant des apports réduits en éléments nutritifs seraient susceptibles d'augmenter la résistance à la minéralisation des matières végétales. En outre la quantité de débris est augmentée par les erreurs commises lors du ramassage des végétaux, les tissus foliaires se décomposant plus facilement que les tissus d'origine racinaire ou des parties des tiges.

Il existe une série de mesures d'entretien susceptibles d'éviter les dégâts causés par l'accumulation d'un feutre comprenant l'aériorisation et l'assainissement des sols sous-jacents compactés. Il est également possible d'enlever au moins en partie la couche de feutre végétal accumulée. Jusqu'à présent aucun produit chimique ne s'est avéré capable en pratique de diminuer directement l'accumulation de feutre. Les techniques d'implantation et d'entretien n'ont pas ou peu d'effet sur la tendance au feutrage lorsque les sols ne contiennent pas de vers de terre. La formation du feutrage est un phénomène obligatoirement attaché à la surface du sol. Il en résulte que l'emploi de Topdressings soit minéraux, soit organo-minéraux est à longue durée le seul moyen capable d'équilibrer la matière organique à la surface des sols à condition de les combiner avec d'autres mesures d'entretien. La granulométrie des sols, la teneur en matière organique la fréquence d'application des topdressings, ainsi que le produit utilisé sont à considérer. On peut se contenter de calculer la quantité de Topdressing à partir du taux de débris végétaux apporté sur la surface du sol et de la vitesse de décomposition en tenant compte d'une valeur limite pour la teneur en matière organique dans l'horizon supérieur du sol, suivant l'équation ci-dessous:

Summary

The development of thatch, a surface accumulation of plant residues at various stages of humification, is an inevitable trend in turf on soils containing very few or no casting earthworms. Thatch creates a number of problems particularly relevant to turf used for sport. These include: — efficient water retention resulting in increased frequency of waterlogging at the surface; the development of a hydrophobic character when dry, producing persistent resistance and excessive sponginess with deep thatch accumulation.

The amount of dead plant material deposited on or near the turf surface is unlikely to be greatly influenced by either nutrition or mowing conditions provided clippings are removed, but low levels of nutrition may increase resistance of plant residues to decomposition. Although failure to remove clippings increases residue input, leaf tissue is more susceptible to decomposition than either stem or root tissue. A range of cultivation techniques is available to counter the effects of thatch accumulation by improving aeration and relieving compaction of the underlying mineral soil. It is also possible to remove at least part of an accumulated thatch layer. No means of directly increasing thatch breakdown by chemical additives has been demonstrated to be of practical value. Cultural and cultivation techniques have either no or very little effect on the trend of thatch development in earthworm-free turf.

Thatch is essentially a surface phenomenon and the use of mineral or mineral/organic topdressings constitutes the only long-term method of controlling the organic matter status of the surface, although this must be allied to other cultural practices. The particle size distribution, organic matter content, frequency, mode and rate of topdressing application, are all important considerations. It is contended that the level of topdressing applications can

be calculated from a knowledge of the input of plant residues at the surface and their rate of humification together with an accepted target value for organic matter status at the surface, using the following formula: -

$$T = I \frac{(D - 100)}{P - D}$$

Where T = Total weight of topdressing per annum (kg.m⁻²)
 I = Input of humified plant residues (kg.m⁻²) (product of plant residues and humification factor)
 P = Percent organic matter in topdressing
 D = Target organic matter content for the surface.

Calculations indicate topdressing applications in the range 1.7-3.5 kg m⁻² annum⁻¹ are needed for topdressings with organic matter contents in the range 0-5% to maintain an organic matter content of 10% in the surface layers. When topdressings are applied only once per year, the maximum tolerable organic matter content of the topdressing is around 5%.

den obersten Bodenschichten, und zwar nach folgender Formel:

$$T = I \frac{(D - 100)}{P - D}$$

Hierin bedeuten:

T = Gesamtgewicht an Topdressing pro Jahr in kg/m²
 I = Zufuhr an zersetzten Pflanzenresten in kg/m² (Produkt aus Pflanzenresten mit dem Zersetzungs-faktor)
 P = Prozentanteil an organischer Substanz im Topdressing
 D = Grenzwert für den Gehalt an organischer Substanz in der Bodenober-schicht

Berechnungen zeigen, daß Anwendungsmengen an Topdressing in der Höhe von 1,7-3,5 kg/m²/Jahr notwendig sind, um einen Gehalt an organischer Substanz von 10% in den obersten Bodenschichten aufrechtzuerhalten, wenn das Topdressing zwischen 0-5% organische Substanz enthält. Wenn das Topdressing nur einmal pro Jahr gegeben wird, beträgt der höchstzulässige Gehalt an organischer Substanz im Topdressing um 5%.

$$T = I \frac{(D - 100)}{P - D}$$

où: T = le poids total du Topdressing en kg/m² et année
 I = l'apport en débris végétaux décomposés en kg/m² (égal à la quantité de débris multipliée par un coefficient de décomposition)
 P = pourcentage de matière organique dans le Topdressing
 D = valeur limite pour la teneur en M.O. dans l'horizon supérieur du sol

Les calculs montrent que les doses nécessaires pour maintenir dans les couches supérieures du sol une teneur en matière organique de 10%, sont de 1,7 à 3,5 kg de Topdressing au mètre carré, lorsque le Topdressing contient entre 0 et 5% de M.O. La teneur en M.O. ne doit pas dépasser les 5% lorsque le Topdressing n'est appliqué qu'une fois par an.

1. Thatch

Thatch was referred to by Starkey (1953) as a tightly intermingled layer of living and dead turfgrass stems and roots. Similar definitions have been given by Engel (1954); Smith (1960); Anon (1964); Mascaro (1965); Thompson and Ward (1965); Randell, Butler and Hughes (1972); Beard (1973) and Meinhold, Duple, Weaver and Holt (1973). "Mat", a term often considered synonymous with thatch, has been defined by Anon (1964) and Beard (1973) as a partially humified organic layer which may replace or lie beneath a thatch layer. The distinction between thatch and mat is obscure because it appears to rely on a subjective assessment of the proportion of living and dead fibrous plant material compared with the proportion of humified plant residues. The term "thatch" will be used throughout this article because of the inconsistency in terminology.

It has been recognised that a limited thatch layer is desirable on golf greens because of the bounce and holding character it confers; (Anon, 1964; Thompson and Ward, 1965; Martin, 1970; Williams, Pugh and Morris, 1972; Adams, 1975). On the other hand thatch reduces pace and is undesirable on a bowling green; (Adams, 1975). Beard (1973) stated this limited thatch layer should not exceed 0.65 cm in depth, because with thicker layers the disadvantages are greater than the advantages. Nelson (1965) gave this figure as 1.3 cm, a figure also given by Wood (1969). Engel (1969) stated, however, that it was the physical condition of the thatch, rather than its quantity, which was important in determining the effects on the turf.

Bidwell (1952), Starkey (1953), Mascaro (1965), Thompson and Ward (1965), Engel and Alderfer (1967), Cornman (1969), Engel (1969), Martin (1970), Beard (1973) and Meinhold et al (1973) all stated that the most important properties of thatch were its excessive water holding capacity when wet and its resistance to wetting when dry. Thus the mineral soil below a thatch fails to rewet after a dry period and a wet thatch restricts air movement into the soil; (Grau, 1949). Wilkinson and Miller (1978) investigated dry spots on thatched turf in Ohio. Despite irrigation the soil remained hydrophobic, resulting in irregular shaped patches of dead or se-

verely wilted turf. The turf and thatch became wet during irrigation but water could not penetrate the thatch-mineral soil interface. This hydrophobic condition was restricted to the upper two centimetres of soil. Infiltration rates of dry spots averaged 20% of the rate in normal areas. Both coring and wetting agents proved successful in alleviating the problem. Scanning electron micrographs provided evidence of a hydrophobic coating surrounding individual sand particles, which was organic and acidic in nature. Other work (Miller and Wilkinson, 1977) showed that the infra-red spectrum of this organic coating was similar to spectra given by soil fulvic acids. The material was similar to fulvic acid in solubility, colour, failure to precipitate upon acidification and its noncrystalline nature. They claimed that the nonwettability of the coating was probably due to the formation of calcium and magnesium fulvates which become hydrophobic after a prolonged drying cycle. Unpublished work by Parry confirms that the hydrophobic property is confined to the upper two centimetres of the mineral soil below a thatch. He found that the use of the surfactant "turftonic" improved wettability, showing that the property was reversible. In comparing a thatched tennis court with the unthatched area on the limed lines he found that the major difference in their microbial populations was the far greater numbers of fungi on the thatched court. Thus he concluded that the fungi were most likely to be responsible for the production of the hydrophobic substances present in the thatched court area. More lipid was extracted from the thatched area than from the non-thatched lines, and it could be that fungal lipids are important in conferring the hydrophobic character.

Thatch also increases the susceptibility of turf to disease, reduces the effectiveness of fungicide and insecticide applications, promotes shallow rooting, reducing resistance to stress such as drought, produces acid and toxins and holds the seed away from the mineral soil; (Schery, 1961; Nelson, 1965; Beard, 1973).

Ledeboer (1966) investigated the physical structure and chemical composition of thatch. He found that sloughed off leaves decayed most rapidly and were only present in the top 0.95 cm. The internodes and stems persisted

onger and were present down to 2.5 cm. Nodes of stems and stolons and also the sclerified fibre sheaths surrounding the vascular bundles in leaf sheaths and stem tissue were observed to a depth of 3.8 cm. Intact roots of the growing grass occupied predominantly the top 2.5 cm of the thatch, only a few being observed in the bottom 1.25 cm and only a small number of fully intact roots extended into the mineral soil below. Thatch of both bent and red fescue was found to be quite porous.

Before discussing the chemical composition of thatch it should be pointed out that the extract referred to as lignin by most workers is the fraction which is not hydrolysed by 6 M HCl but is hydrolysed by 72% H_2SO_4 . This may or may not be lignin, but is a fraction very resistant to breakdown. Ledebauer (1966) found that cellulose and total organic matter content were higher in the upper thatch layers, while the ash content was higher in the lower thatch layers. He found that the lignin (sulphuric acid hydrolysable fraction) content was not significantly different being about 26–27% in each layer. Martin (1970) found a difference in lignin content with depth, the lower thatch layers containing larger percentages of lignin than the upper layers for all species. This is to be expected because the decay of the more readily utilized plant constituents would have progressed further in the lower layers. Martin's values for lignin were much lower than those found by Ledebauer ranging from 9.3 to 14.1% in the upper layers and from 13.2 to 16.3% in the lower layer. Martin found that roots contained the largest lignin fraction, although red fescue stems also contained a high amount. On this basis Martin said that the roots of turfgrasses and the stems of red fescue were the primary contributors to thatch accumulation. In addition to containing plant residues in various stages of decomposition and humification thatch also contains the products of microbial synthesis (Martin, 1970). He also found that the C:N ratio of thatch was rather high, indicating that despite high levels of nitrogen fertilization, lack of nitrogen may inhibit microbial activity in thatch.

2. The cause of thatch

There is an inevitable trend in grassland for organic matter to concentrate at or on the surface (Troughton, 1951 and 1961). This trend is opposed by deep cultivation techniques which incorporate surface residues (Martel and Paul, 1974) and also by soil organisms, principally earthworms of the burrowing and casting species; e.g. *L. terrestris*, *A. longa* and *A. nocturna*. These not only comminute and carry plant residues into the soil but also cast mineral soil on the surface (Edwards and Lofty, 1972). In much sportsturf, only superficial cultivation is possible and casting earthworms are eliminated because of their disruptive effect on the playing surface. Thatch, or the surface accumulation of organic matter, is therefore no accident but a natural consequence of the cultural conditions operating in much sportsturf. Furthermore, thatch is not restricted to turf but is present, in essence, in other uncultivated situations where earthworms are absent; e.g. coniferous woodlands. In natural or semi-natural conditions, earthworms are often eliminated by low soil pH (Edmond and Coles, 1958; Rice, 1965). However, low pH itself is not a cause of thatch, for thatch will develop if earthworms are eliminated chemically; (Raw and Lofty, 1959; Randell et al, 1972; Turgeon, Freeborg and Bruce, 1975). Edwards and Lofty (1972) said that earthworms were responsible for the initial phase of plant residue break-

down, in that they eat the material and pull it down into the mineral soil. Edwards and Heath (1963, as cited by Edwards and Lofty 1972) showed that earthworms consumed more oak and beech litter than that consumed by all other invertebrates put together. They set up an experiment in which nylon bags of four different mesh sizes were buried in the soil. Each contained 50 discs of freshly fallen oak or beech litter. Only the bags with the largest mesh allowed earthworms to enter. After one year 92% of the oak leaf had been removed from bags of this mesh compared with 35% from bags of smaller mesh. The corresponding figures for beech leaf were 70% compared with 30%.

Heungens (1969) found that when introduced into pine litter earthworms accelerated its breakdown. After three months the litter layer had settled by 13% when there were two earthworms per litre of litter and by 26% when there were 12 earthworms per litre.

Edwards and Lofty (1972) have suggested that earthworms are able to consume very large amounts of litter, the amount being more dependent on the total amount of suitable organic matter than on other factors. If soil physical conditions are suitable, the number of worms usually increases until food becomes limiting. Various estimates of the quantity of litter and soil eaten by worms have been made. Evans (1948, as cited by Edwards and Lofty, 1972) calculated that lumbricids in old pasture at Rothamsted consumed between 50 and 90 tonnes of oven dry soil per hectare. Guild (1955, as cited by Edwards and Lofty, 1972) calculated that *A. longa*, *A. caliginosa* and *L. rubellis* could consume 25–30 tonnes of cow dung per hectare. Raw (1962) calculated that earthworms removed 1.2 tonnes (dry weight) of orchard leaf per hectare in the course of the winter. This represented more than 95% of the total leaf fall. The weight of leaves that fall annually has been estimated to vary from as little as 0.5 tonne $ha^{-1}yr^{-1}$ in alpine and arctic forests to 15 tonnes $ha^{-1}yr^{-1}$ in tropical forests (Bray and Gorham, 1964). Madge (1966) said that earthworms were primarily responsible for fragmenting and incorporating this forest litter. Satchell (1967) calculated that if the total fall of a temperate deciduous woodland was three tonnes $ha^{-1}yr^{-1}$, earthworms could consume it in three months.

The effectiveness of *L. terrestris* in fragmenting and incorporating fallen apple leaves was shown by comparison of the soil profiles of two orchards, one with a large earthworm population and one where earthworms were absent. The latter orchard had an accumulated surface thatch one to four centimetres thick, made up of leaf material in various stages of decomposition, sharply demarcated from the underlying soil which had a poor crumb structure. The earthworm-worked soil, on the other hand, had little leaf litter and a good structure. In New South Wales, pastures containing no earthworms accumulated surface thatch up to four centimetres thick, but these gradually disappeared after earthworms were introduced experimentally (Bearly and Kleinig, 1964, as cited by Edwards and Lofty, 1972). Similar thatched soils resulted when earthworms were absent either due to soil acidity (Edmond and Coles, 1958; Rice, 1965) or due to the use of herbicides and pesticides (Raw and Lofty, 1959; Randell et al, 1972; Turgeon, 1975).

Thus earthworms can turn over all expected surface debris, and all plant residues on earthworm-worked soil have at least been comminuted by passage through worm guts, and incorporated into the mineral soil, making it different from the intact plant residues of thatch (Edwards and Lofty, 1972).

It should be pointed out, however, that earthworms are not responsible for a large proportion of oxidation of plant residues. In fact estimates show that earthworms only account for 8 to 12 per cent of the oxidised carbon, micro-organisms being responsible for most of the rest. However, it is possible that oxidation is accelerated by the passage of the organic material through the guts of earthworms because of the action of earthworm gut microflora (Edwards and Lofty, 1972).

In addition to breaking up plant residues and mixing these with the soil, earthworms also bring lower soil layers to the surface. Schread (1952, as cited by Edwards and Lofty, 1972) calculated that as much as 18 tonnes of casts may be brought to the surface of golf greens annually, if earthworms are not removed. Other estimates range from 2 to 250 tonnes ha⁻¹. (Darwin, 1881; Beauge, 1912; Stöckli, 1928; Kollmannsperger, 1934; Guild, 1955; Nye, 1955; Kollmannsperger, 1956, as cited by Edwards and Lofty 1972). This is equivalent to bringing up layers of soil 0.2 mm to 2.5 cm thick. The mor and mull humus forms are morphological expressions of the consequences of differences in earthworm activity. The former, with earthworms absent, is distinctly horizontally stratified, whereas horizons in a mull soil blend into each other and are often very difficult to distinguish. Thus earthworms are cultivators rather than essential decomposers, and their activities in comminuting plant residues and incorporating these into the soil, and casting soil ingested from lower layers on the turf surface, have a profound effect on profile morphology. Thus thatch development is a natural and inevitable consequence of the elimination of casting earthworms in uncultivated soils.

3. Other effects of earthworm activity on soils

Comparisons between earthworm worked and non earthworm worked soils have shown the former contain more available nitrogen, phosphorous, exchangeable calcium, magnesium and potassium. (Powers and Bollen, 1935; Puh, 1941; Lunt and Jacobsen, 1944; Stockli, 1949; Ponomeireva, 1950; Finck, 1952; Nye, 1955; Graff, 1971, as cited by Edwards and Lofty, 1972). Edwards and Lofty (1972) said that earthworms were responsible for these increases. However, it is difficult to determine conclusively whether earthworms are responsible for higher levels of nutrient minerals or vice versa. Despite this it is possible that earthworms increase soil fertility, especially as high levels of these elements are found in their casts. Satchell (1967) calculated that the total yield of nitrogen from excreta and dead worms was of the order of 100 kg ha⁻¹yr⁻¹. Despite this addition of nitrogen it is thought that earthworms consume too little carbon to significantly alter the C:N ratio of the litter (Edwards and Lofty, 1972). However, the addition of nitrogen excreted by worms may stimulate microbial decomposition.

When earthworms were added to a previously wormless soil, the density of the microbial population increased, after a long colonization, from 2.8 x 10⁶ per gramme to 9.8 x 10⁶ per gramme, which was also the concentration in the earthworm casts. However, it should be pointed out that some types of microflora are killed off in the earthworm gut. (Zravzhevski, 1957, as cited by Edwards and Lofty, 1972).

By their actions earthworms have an effect both on soil structure and soil bulk density. However, possible effects on soil structure are inconsequential in most sportsturf soils because particle aggregation is not stable to the disruptive effects of wear. However, burrowing and casting decrease soil bulk density and

relieve compaction. This is beneficial even in very sandy rootzone media.

Workers have shown that earthworm activity can improve soil drainage (Guild, 1952; Teotia et al, 1950 as cited by Edwards and Lofty, 1972); however, in sportsturf this benefit may be substantially countered by two factors: — 1) Play smears moist casts on the surface; 2) Due to their inability to ingest mineral fractions of coarse sand size and larger, casts may be finer textured than the general soil bulk.

4. Factors which influence thatch accumulation on earthworm free turf

In earthworm free turf, there are a number of factors which can increase or decrease the amount of thatch produced. Beard (1973) said that thatch increases when the balance between organic matter production and organic matter decay is disturbed. He stated that the major factors contributing to organic matter production are acidic, conditions, poor aeration, excessively high plant nutrition levels and infrequent or very high cutting. The decomposition rate is decreased when conditions are not favourable for micro-organism activity; i.e. acid conditions, a dry surface, low oxygen levels or the use of pesticides. Similar points have been made by Starkey (1953), Smith, (1960); Troughton, (1961); Wood, (1969); Randell et al, (1972); Williams et al, (1972); Meinhold et al, (1973). Martin (1970) commented that it was the practices employed to get high quality turf (frequent and close defoliation; high fertiliser levels; regular irrigation; the use of fungicides, herbicides and insecticides) which were responsible for promoting thatch production, because they put the plant under unnatural stress causing leaves, stems and roots to slough off more rapidly than normal.

In considering the effects which certain factors have on thatch accumulation it must be remembered that some of these factors are dictated by the requirements of the game. For instance, golf and bowling greens have to be cut at a height of three to seven millimetres around five times per week (Bengeyfield, 1969; Watson, 1969). They also require relatively high nitrogen levels to facilitate recovery from wear.

High nitrogen levels increase topgrowth and tillering in turf (Lovvorn, 1945; Juska, Tyson and Harrison, 1955; Roberts and Bredakis, 1960; McCarrick and Wilson, 1966; Goss and Law, 1967; Grimmett, 1967; Adams, 1971; Bryan and Walker, 1973), whereas regular, close cutting tends to depress topgrowth. (Lovvorn, 1945; Roberts and Bredakis, 1960). However, Knutte and Hidioglou (1967) disagreed with this, finding very close clipping increased fields. A complicating factor is that there is interaction between cutting height and nitrogen fertilisation level (Adams et al, 1973). As a general principle, the lower the height of cut the less the potential growth response to increased nitrogen levels. Thus the topgrowth is dependent on a combination of cutting height and nitrogen fertilisation. Some workers have pointed out that topgrowth may not be a critical factor in thatch production because leaves decay more rapidly than stems or roots (Ledeboer, 1966; Beard, 1976) and because in many sportsturf situations clippings are removed.

Low cutting heights decrease the amount of roots produced and the overall depth of rooting, as do high nitrogen levels. However, although all roots produced under this combination are near the surface there is no evidence of an actual increase in the weight of roots near the surface (Lovvorn, 1945; Bosemark, 1954; Juska et al, 1955; Bredakis and Roberts, 1959; Roberts and

Bredakis, 1960; McCarrick and Wilson, 1966; Goss and Law, 1967; Grimmett, 1967; Adams, 1971; Adams et al, 1973). However, Baker (1959) found that the depression of root production caused by regular close defoliation, disappeared by the autumn due to an increase in the number of plants and tillers per unit area. On the other hand Adams et al (1973) found a decrease in the number of tillers as cutting height decreased. These observations suggest that there is no greater production of tops and shallow roots in golf and bowling greens receiving high nitrogen levels compared with maintenance schemes involving higher heights of cut and lower nutrient levels. Nevertheless it should be noted that high nitrogen levels have been associated with increased thatch accumulation (Engel and Alderfer, 1967; Schmidt and Blaser, 1969; Meinhold et al, 1973). Stem and root tissues of slow growing turfgrasses have greater lignin contents, which makes them more resistant to breakdown (Martin, 1970), and it could be that quality rather than the quantity of plant residues is the more important factor in thatch accumulation.

Recent work by Hendlong (unpublished) has suggested that certain species produce acid thatch which is more troublesome than the more open thatch produced by other species. However, Schmidt and Blaser (1969) stated that only bentgrass and bermudagrass are suitable for close clipped sportsturf, and Starkey (1953) has pointed out that these are the species which produce acid thatch. Roberts and Bredakis (1960) found that acid soils had poor structure which affected soil and water relations. Rice (1965) found that lime reduced thatch build-up but impaired turf quality.

Skirde (1974) stated that thatch developed more frequently in dry conditions due to the continued production of organic matter, whilst its decay was inhibited for long periods. Garwood (1968) found that increased irrigation caused greater root breakdown. Schuurman and Makkink (1955) found amounts of unhumified roots were highest in either dry or very wet conditions, presumably because of the lower rates of decay. Water retention by thatch in wet climates or where the use of irrigation water is excessive can reduce microbial oxidation and humification to a level where effectively peat formation begins.

Organic matter breakdown is affected by soil temperature, and in climates where there is hot weather for long periods, breakdown of organic matter is much more rapid, providing water and air are not limiting (Jenkins and Aynaba, 1977).

Attempts have been made to reduce the need for mowing by the use of growth regulators such as maleic hydrazide. However, although these materials may be of use on road verges and on other non intensive turf situations, they are of little use on sportsturf because of the need for turf which can recover rapidly from wear (Boeker, 1969).

5. Cultivation techniques in thatch control

There are a number of cultivation procedures which help in alleviating the effects of thatch. These can be divided into two broad groups: —

1. Methods which aid water penetration and aeration without breaking up the thatch.
2. Methods which break up thatch for removal.

1a Hand Forking

This, though laborious, is very effective in improving aeration and in relieving compaction. Piercing a thatched surface improves water penetration and aeration but the main benefits of hand forking lie in deep penetration (15–20 cm) and in the possibility of easing or lifting

the rootzone by pulling back on the fork handle after penetration.

1b Solid Tine Spiking

This involves spiking the turf using solid tines or blades. It is of little benefit in relieving compaction, but provides sites for air and water penetration of thatch, severs stolons and rhizomes and stimulates juvenile shoot and root growth. Depth of penetration is usually in the range of two to eight centimeters and the procedure can be carried out on golf or bowling greens with minimal disruption of the surface (Beard, 1973).

1c Coring or Hollow Tine Spiking

This involves the use of a hollow tine or spoon to remove soil cores, leaving a hole or cavity in the soil. The diameter of the hole varies from 6 to 19 mm, with a depth of penetration of 7.5 cm to 10.0 cm. The cores may be removed or broken up and worked back into the turfgrass surface with a dragmat. Hollow tine spiking gives all the benefits of solid tine spiking and also alleviates compaction down to depth of penetration. In 1952 Bidwell commented that a type of aerifier involving curved spoons broke up thatch fibres and brought soil to the surface, aiding bacterial action. Engel and Alderfer (1967) found that spoon cultivators countered thatch accumulation.

1d Slicing

This is achieved by the use of discs or rigid V-shaped knives, mounted on heavy circular wheels. The depth of penetration is 7.5 to 10.0 cm, producing long thin channels for penetration of air and water. The technique should be used on moist soil to minimise disruption of the surface.

2a Grooving

The treatment is more drastic than slicing and produces a groove in the turf to a depth of ten centimetres. It is most effective on dry turf when mineral soil from the groove is brought to the surface where it can be used as a topdressing. The rotating knives or saw teeth provide a tearing action on the thatch fibres. The tear can be increased by having the knives rotate in the opposite direction from that in which the machine moves. Beard (1973) commented that grooving was especially useful for removing existing thatch and for preventive thatch control, but it is a drastic procedure and care has to be taken that the sod is not ripped out. After grooving the thatch can be raked off. Engel and Alderfer (1967) found that grooving gave good reductions in thatch-like residue.

2b Vertical Mowing

This is a less drastic method of removing thatch. The cutting blades are closer together than on a grooving machine, and the depth of cut is more controllable, so that it can be set just deep enough to remove thatch fibres without scoring the mineral soil surface. Wyckoff (1954); Rice (1965); Thompson and Ward (1965); Bengueyfield (1969); Schmidt and Blaser (1969) and Watson (1969) said that vertical mowing significantly reduces thatch. Wyckoff (1954) said that after vertical mowing, thatch residue could be removed with an ordinary lawn mower. He claimed that this method can be used successfully as a frequent thatch control measure without damaging golf greens. However, Engel (1969) commented that it took 60 to 90 days for turf to recover after thatch removal.

Huffine (1968) found that removal of thatch prior to regrowth of bermudagrass in the spring aided quality and early greenness. However, Schery (1961) measured no decrease in thatch one year after a five year annual dethatching programme.

Commenting on different methods Rumberg (1956) found no difference between spoon cultivation, groove cultivation and vertical mowing, although they all reduced organic matter contents slightly. Thus there are a range of cultivation techniques available to counter thatch accumulation and to combat its ill effects. They vary in the amount of surface disturbance caused and in their effectiveness in relieving compaction.

6. Biological and chemical control of thatch

In 1966 Ledebauer investigated the effects of several chemicals and chemical combinations on the decomposition of organic matter in velvet bentgrass putting green turf in the field, and on Kentucky bluegrass, colonial bentgrass and red fescue mixed turf in the glasshouse. None of the treatments he used (sucrose, glucose, fertiliser, dolomitic limestone, gypsum and cellulose) affected total organic matter or gave any indication of increased thatch breakdown. Martin (1970) and Martin and Beard (1975) found that adding pectinase, sucrose and ferulic acid to thatch increased micro-organism activity as determined by the rate of carbon dioxide evolution. Total cell wall determinations indicated increased thatch decomposition in the presence of these chemicals. A slightly acidic micro-environment resulted in greatest micro-organism activity under laboratory conditions. However, it was not clear whether the increased rates of breakdown achieved using these materials were of any practical value. Turgeon (1975) found no improvement in breakdown when using a commercially available material, 'Biode-thatch'. Engel and Alderfer (1967) reported that a wetting agent appeared to increase thatch accumulation. Rumberg (1956) found that a wetting agent increased disease without wetting thatch. However, Parry (unpublished) did find that the hydrophobic nature of soil particles occurring in thatched turf was lost after treatment with the surfactant "Turftonic".

Surface accumulation of organic matter does not occur on earthwormworked turf because casting earthworms are the fundamental agents of organic matter incorporation. This activity independent of any effect on soil physical conditions deepens the organic matter profile and has the effect of maintaining a reasonably deep biologically active layer. It is not the total quantity of organic matter in the soil profile of a thatched turf but its position which is the primary problem. The cultural and biological techniques described thus far for thatch treatment improve the profile distribution of organic matter only in as much as they may increase rooting depth through relieving compaction and improving aeration. None of the methods bring about a significant redistribution with depth of plant residues deposited on or near the surface.

7. Topdressing as a thatch control method

This is a procedure whereby the excess organic matter of thatch is diluted by a mineral or mineral/organic topdressing. The addition of the topdressing may improve decomposition and can be used to control the organic matter content of the surface so that its character does not dominate the soil. It is generally considered that organic matter begins to dictate the soil physical characteristics when it exceeds about 12% by weight of the soil. Thus the aim of topdressing to maintain the organic matter of the surface somewhat below this level.

Beard (1973) said that topdressing was one of the most effective methods of controlling thatch, and was accom-

plished by spreading a thin layer of soil, sand or sand/organic matter mixture over the turf. Engel and Alderfer (1967) said that it was a good method but was not completely successful unless combined with periodic mechanical removal of thatch. According to Rice (1965), Kollett (1958) found that mineral topdressing reduced chlorosis and combined with organic matter to prevent the development of a totally organic layer. Engel (1969) said that topdressing was useful for levelling encouraging rooting of stoloniferous growth, aiding decomposition of grass residues, stimulating growth of new shoots and increasing the base of desirable soil. However, he also said that it was often impractical on thatched turf. Bengeyfield (1969) recommended three or four applications per year.

In 1972 Koths tried a number of methods for reducing thatch including changing the micro-environment with a polythene canopy, intermittent mist, energy sources for microbes, introduction of selected microbes and topdressing with various materials. All treatments produced marked changes in microbial balances, but topdressings were most effective in altering thatch decomposition rates. Using topdressings a natural balance was effected between thatch formation and microbial degradation. Koths said that a topdressing mix should provide an ideal matrix for the turf after the thatch had disappeared. Thus clay is of no use as a topdressing for golf or bowling greens because although its physical properties improve microbial activity, it results in the worst possible physical properties for a sportsturf surface, when the thatch layer disappears. He commented that mixing clay with sand and peat was often practised, although the benefit of peat was open to question. He maintained that a composted topdressing was of greater value than a mineral soil due to the greater content of micro-organisms able to degrade thatch. Garmen (1952) found that a 1:1:1 mix of sand, soil and peat had inadequate permeability after compaction and recommended that topdressings should contain less than 10% clay because larger amounts of clay had an undesirable effect on water movement rates. Rice (1965) found the greatest rootgrowth in a topdressing of sand of particle size between 0.5 and 1.0 mm. However, he said that a loam and sand mixture was best for topdressing, although sand alone was the most effective material for reducing accumulated organic matter in the surface two to five centimetres. All topdressed plots were superior to plots which were not topdressed. Engel (1969) said that if the base soil was acceptable the topdressing should be similar and that the development of layers through the use of unlike materials should be avoided. Work by Adams (1977) has shown that layering of sands of differing particle size distribution may substantially reduce the depth of root penetration. He also made the point that topdressings should be integrated with the rootzone surface and not smother the grass causing sandwiching of an organic skin between consecutive topdressings. He recommended a maximum topdressing application of 0.33 cm and pointed out that the physical characteristics of the topdressing should be compatible with the requirements of the game. Whilst this paper is concerned with thatch control, the latter point is of critical importance. Thus the appropriate particle size distribution of the mineral fractions of topdressings for golf and bowling greens, where free drainage is a vital factor, is completely different from topdressings appropriate for a cricket table where strength of soil binding is the most important property (Stewart and Adams, 1969).

leard said it was desirable for topdressings to be mixed in to sixteen months before use and that they should be worked into the turf using dragmats, brushes, rakes or pushboards. Madison, Davis and Paul (1974) developed a thatch control method which relies on regular topdressing. A number of trials convinced them that the best system was to combine all management procedures except mowing and irrigation into one topdressing procedure. Thus fertilizing, topdressing, insect control, weed control, disease control and liming were combined and vertical mowing and coring eliminated. Chemicals and sand were combined for dry application every three weeks. When properly chosen for size (sand particles < 1 mm) materials used washed out of sight with light irrigation. The amount of topdressing added each time was 0.9 mm. When topdressing was properly done, grains of sand just separated the organic residues, no thatch layer formed and a uniform layer of sand and organic matter built up without layering. Air and water movement continued unimpeded through the sand channels. The topdressing needed to be carried out only during periods of active growth, the frequency and quantity of topdressing being related to the rate of growth of the grass. Although the thickness of topdressing appears crucial, Madison et al (1974) incurred problems in obtaining uniform applications. On occasions it was necessary to brush the sand in rather than rely on light irrigation. Sometimes the vibrating action of the spreading machine caused separation of the components of the mix. Despite these problems the system gave them a thatch-free surface which was true and firm.

Topdressing of one form or another, allied to cultural procedures affecting thatch fragmentation and aiding integration of topdressing, is the only method of controlling thatch accumulation in earthworm-free turf. Madison's scheme of frequent, light mineral topdressings is effective but time consuming. In most British sportsturf situations topdressing is carried out once or twice per year and a satisfactory system using this application frequency is possible.

Whilst mineral topdressings aid the maintenance of surface trueness and may increase the rate of oxidation and humification of plant residues at the surface, their main function is to counter the development of an organic surface layer. There have been few attempts to analyse the problem and produce guidelines on the likely requirement for topdressing to fulfill this function.

Riem Vis (1975) used equations developed by Kortleven (1963), together with data obtained from several workers, to describe the organic matter status of the top five centimetres.

Kortleven's equations were: —

$$\Delta Y = k_1 X - k_2 Y \quad (1) \quad (\Delta Y, Y \text{ and } x \text{ in kg ha}^{-1})$$

$$\frac{Y_m - Y}{Y_m - Y_0} = (1 - k_2)^t \quad (2) \quad (Y_m, Y \text{ and } Y_0 \text{ in } \%)$$

Where: Y = soil organic matter content
 ΔY = yearly change in organic matter content
 Y_0 = soil organic matter at time zero
 Y_m = soil organic matter content at a state of equilibrium
 x = yearly supply of organic matter
 k_1 = coefficient of humification (proportion of fresh residues remaining as humus at the end of one year)
 k_2 = coefficient of decomposition (proportion of residual humus oxidised per year)

Riem Vis substituted in the first equation data obtained from several workers for k_1 , x and k_2 to find a value for y_m in $\text{kg h}^{-1}\text{yr}^{-1}$ which he converted to a percentage by weight of organic matter based on a bulk density of 1.0 g cm^{-3} . This value for Y_m was then substituted into Kortleven's second equation to obtain values of Y in relation to time from a known initial condition. These values were similar to values obtained under field conditions, as shown in Table 1.

Table 1 Calculated and observed organic matter contents (%)

Observed values after Riem Vis (1975)

Calculated values revised after Riem Vis (1976)

Year	$Y_0 = 1$		$Y_0 = 3.6$		
	Calculated	Observed	Calculated	Observed	
1	1.44	1.83	1.99	3.94	3.58
2	1.86	2.42	2.18	4.26	4.01
3	2.27	3.56	2.76	4.57	4.52
4				4.87	4.96

Riem Vis then used the following formula to obtain a value for sand topdressing required to maintain a constant organic matter content: —

$$Y = -0.053Y - 0.0046Z + 0.343 \quad (\text{Anon 1969 as cited by Riem Vis, 1975})$$

$$\text{and } Z = -11Y + 74$$

where Y = organic matter content (%)

Z = amount of sand topdressing required $\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$

However, this equation assumes an equilibrium value of 6.7% organic matter which is inconsistent with Riem Vis's previous calculations which gave $Y_m = 14\%$. In consequence the equation implies negative addition of sand when organic matter contents greater than 6.7% are to be maintained.

Kortleven's formulae have an inbuilt maximum organic matter content achieved at equilibrium which is dependent on input and breakdown rate. Thus the rate of change in organic matter content depends on the organic matter content, i.e., it decreases with time.

This is possibly the wrong approach, because the thatch problem is essentially one of surface organic matter, not the organic matter content over an arbitrary depth. The use of percentage organic matter content masks the problem because the value obtained depends upon the depth used, as illustrated in Table 2.

Thus it is logical to relate the quantity of topdressing to the expected increase in organic matter at the surface, and to a target value for the required organic matter status of the surface. To calculate organic matter input at the surface it is necessary to have estimates of x (the input of dead plant residues) and k_1 (the coefficient of humification).

Riem Vis used figures for x obtained from various workers: —

Roots	3500 $\text{kg ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$
Stube	3250 $\text{kg ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$
Residual clippings	1600 $\text{kg ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$

Table 2 Percentage organic matter of two sites expressed over different depths

Depth (cm)	Percent Organic Matter	
	10 year old orchard	Fulham A.F.C.
0 - 1	54.8	9.2
0 - 3	12.3	7.2
0 - 5	9.7	7.7
0 - 8	8.5	8.1

Data for root supply varies greatly from worker to worker. Riem Vis (1975) used 4700 kg ha⁻¹yr⁻¹ but altered this to 3000 to 4000 kg ha⁻¹yr⁻¹ in 1976. Results from a number of pot experiments currently in progress suggest that the figure should be around 3000 kg ha⁻¹yr⁻¹. If the latter figure for roots is used it results in total annual input of 7850 kg ha⁻¹yr⁻¹.

Table 3 Change in biodegradability of organic matter with time

after Jenkinson (1965)

Year	Percent of carbon present at beginning of year lost by end of year		Fraction of original organic matter present at end of year	
	Labelled C	Native C	Labelled C	Native C
1st	68	2.1	0.32	0.98
2nd	19	2.8	0.26	0.95
3rd	15	4.0	0.22	0.91
4th	12	2.4	0.19	0.89

Kortleven (1963, as cited by Riem Vis, 1975) used k_1 values for clippings, stubble and roots of 0.20, 0.25 and 0.35 respectively. Riem Vis used these together with his input data to calculate an overall k_1 of 0.28. Work in which Jenkinson (1965) examined the decomposition in soil of C¹⁴ labelled roots and tops of ryegrass is of interest in considering appropriate values for k_1 . Initial

Table 4 Decay of organic matter: amount of added organic material retained after 1, 2 and 5 years

after Jenkinson (1971)

SOIL			ADDED PLANT MATERIAL	RATE OF ADDITION mg plant C /100 mg soil	% ADDED PLANT C RETAINED BY SOIL AFTER		
pH	%C	%Clay			1 yr	2 yrs	5 yrs
6.9	2.1	27	Maize (green)	124	33	25	-
6.9	2.1	27	" "	620	27	21	-
6.7	1.0	-	Wheat straw manure	68	31	-	-
8.1	1.0	18	Ryegrass green tops	125	31	23	17
7.8	2.4	18	" "	125	32	26	18
7.8	2.4	18	" "	252	29	25	-
6.9	4.6	20	" "	125	31	25	19
4.8	3.9	21	" "	125	31	26	20
3.7	4.0	21	" "	125	42	30	20
6.2	1.6	8	" "	125	27	21	15
3.7	2.9	5	" "	125	36	26	17
7.1	4.2	19	" "	125	28	24	21
AVERAGE DECAY					32	25	18

breakdown was rapid and after six months only around one third of the original weight of organic residues remained. The rate of oxidation of organic matter decreased quickly with time but nevertheless at the end of the four year period labelled carbon derived from the peatgrass residues was still being oxidised at around four times the rate for native carbon. Jenkinson's results are shown in Table 3 and confirming data (Jenkinson, 1971) in Table 4.

The observed pattern of oxidation means that one cannot justifiably take a coefficient of humification over one year and assume that after this period the decay of residual humus is the same as that of older humus in the soil. A value taken over the first few years will give a more reliable figure for k_1 . If a two year period is taken then Jenkinson's data suggest a value of 0.25 or k_1 .

Thus we have a value for x ($7850 \text{ kg ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$) and a value for k_1 (0.25) and these can be used in the following equation to derive an annual topdressing rate: —

$$T = \frac{I(D - 100)}{P - D}$$

where: —

- T = total weight of topdressing ($\text{kg m}^{-2}\text{annum}^{-1}$)
- I = input of humified organic matter (k_1x) ($\text{kg m}^{-2}\text{annum}^{-1}$)
- P = organic matter content of topdressing (%)
- D = desired target organic matter content at surface (%)

As previously stated organic matter determines the physical characteristics of the soil when it rises above about 12%. Thus a reasonable figure for D is 10% although in some situations it could be slightly lower. The organic matter content of the topdressing (P) can be varied by the user but it is likely to be in the range 0–5%. Values for total annual topdressings have been calculated from the equation by substituting typical values for P and D and the predicted value for I.

Example 1

$$\begin{aligned} k_1 &= 0.25 \\ x &= 0.785 \text{ kg m}^{-2} (I = k_1x) \\ D &= 10\% \\ P &= 0\% \\ \therefore T &= 1.77 \text{ kg m}^{-2}\text{annum}^{-1} \end{aligned}$$

Example 2

$$\begin{aligned} k_1 &= 0.25 \\ x &= 0.785 \\ D &= 10\% \\ P &= 5\% \\ \therefore T &= 3.5 \text{ kg m}^{-2}\text{annum}^{-1} \end{aligned}$$

The data indicate a minimum annual topdressing requirement of around 1.8 kg m^{-2} to maintain a 10% organic matter content in the surface using a pure mineral topdressing. This requirement is doubled if the topdressing contains 5% organic matter. An application of 3.5 kg m^{-2} corresponds to a depth of approximately $\frac{1}{3} \text{ cm}$. This indicates that a topdressing organic matter content of 5% is around the maximum tolerable if topdressing is to be applied only once annually. The predicted value for I will vary somewhat but biennial or triennial determination of organic matter contents in the surface centimetre will enable small compensations to be made in either T or P.

Es liegt ein umfangreiches Literaturverzeichnis vor, das gegen Portorückzahlung beim Verlag angefordert werden kann.

An extensive list of publications is available by the printers, if postal expenses will be paid.

Authors:

W. A. Adams and C. Saxon, Soil Science Unit, Department of Biochemistry and Agricultural Biochemistry, University College of Wales, Aberystwyth, UK

Einfluß unterschiedlicher Düngung auf die Zusammensetzung einer Rasennarbe

W. Opitz von Boberfeld, M. Weber, Bonn, H. Wolf, Deggendorf

Zusammenfassung

Nach fünf Vegetationsperioden wurde die Veränderung einer Rasennarbe — Saatmischung 40 Gew.-% Festuca rubra commutata, 20 Gew.-% Festuca rubra rubra, 40 Gew.-% Poa pratensis — unter dem Einfluß verschiedener Dünger geprüft. Es wurden unterschiedliche N-Mengen, N/P/K-Verhältnisse und Dünger differenzierter physiologischer Wirksamkeit berücksichtigt.

Die Bodenreaktion wurde durch die unterschiedliche physiologische Wirksamkeit der Dünger verändert. Gleichzeitig erhöhte sich mit abnehmenden pH-Werten der Anteil der Art Festuca rubra am Bestand; ebenso stieg der Anteil offener Flächen und die Filzbildung. Obgleich höhere P- und K-Gaben die pflanzenverfügbaren P- und

Summary

A turf sward composed of a mixture of 40 per cent by weight of Festuca rubra commutata, 20 per cent of Festuca rubra rubra and 40 per cent of Poa pratensis, was studied over five growth seasons to determine the effect of various fertilizers. Different quantities of nitrogen were applied, as well as compounds containing different proportions of nitrogen, phosphate and potash, and fertilizers of various physiological activity.

Soil reaction was changed by the various physiological effects of the fertilizers. The proportion of Festuca rubra in the plant population increased in step with the decreases in pH, while at the same time the bare patches and amount of thatch also increased. Although the phosphate and potash avail-

Résumé

Le développement à la fin de cinq périodes de végétation d'une pelouse ensemencée de 40% de Festuca rubra commutata, 20% de Festuca rubra rubra et de 40% de Poa pratensis-calculé au poids — a été étudié sous l'effet de différents engrais. La comparaison porta sur divers apports azotés, plusieurs rapports N/P/K et sur quelques engrais de différant par leur action physiologique.

La réaction du sol fut modifiée par les différents effets physiologiques des engrais employés. En même temps le taux de Festuca rubra dans la population augmenta en fonction d'un pH décroissant, ainsi que les surfaces restant ouvertes et que l'extension de plaques feutrées. Bien que les doses croissantes en phosphore et potasse

K-Mengen im Boden signifikant erhöhten, konnten sie die Bestandszusammensetzung nicht verändern. Die zusätzliche Begünstigung der P-Anreicherung bei niedriger Bodenreaktion resultiert vermutlich u. a. aus dem großen Anteil offener Flächen bei niedrigen pH-Werten. Nur das Nährelement Stickstoff führte auf dem mit Nährstoffen gut versorgten Standort zu einer Bestandsumschichtung. Höhere Stickstoffgaben begünstigen die Entwicklung von *Poa pratensis*, dabei wirken sich „mineralische Dünger“ und Dünger mit „Langzeitwirkung“, d. h. synthetisch-organische Dünger gleichermaßen signifikant aus.

able to plants increased considerably when greater quantities were applied, the composition of the sward did not change. There was also a benefit from extra phosphate at low pH which was presumably due to the large proportion of bare ground at these low pH values. A change in sward composition only took place when nitrogen was applied, on sites already well supplied with nutrients. It was evident that the development of *Poa pratensis* was stimulated by the application of large quantities of nitrogen. Mineral fertilizers and slow-release fertilizers, i.e. synthetic organic fertilizers, were both highly effective in this respect.

augmentèrent significativement les teneurs en P et K assimilables dans le sol, elles n'eurent aucune influence sur la composition botanique des mélanges.

L'augmentation des valeurs phosphatées observée pour des pH bas résulte sans doute de l'extension relativement grande des taches libres de végétation aux endroits de réaction acide. Ce n'est que l'azote qui mena sur l'emplacement bien approvisionné en éléments nutritifs à un changement de la population. Des apports élevés en azote favorisent le développement de *Poa pratensis*, les engrais minéraux ayant sensiblement le même effet que les engrais dits à longue durée, c.à.d. les engrais organiques synthétiques.

1. Einleitung

Düngung und intensive Pflege helfen nicht nur eine gute Rasennarbe zu erhalten, sondern auch eine schlechte Narbenqualität zu verbessern (Hansen et al., 1969). Die günstigere Färbung und verminderte Verunkrautung der Narbe (MÜHLSCHLEGEL und MEHNERT, 1974) resultiert dabei stark aus der physiologischen Komponente des Düngers (OPITZ von BOBERFELD und BOEKER, 1975).

Obgleich das Schnittgut ein relativ konstantes N/P/K-Verhältnis aufweist (SKIRDE und KERN, 1971), wird diesem Bedarf jedoch durch die üblichen Rasendünger selten voll entsprochen. Hinzu kommen relativ hohe Preisunterschiede (SCHÖNTHALER, 1974) zwischen den Düngern. Da der Dünger auf die Belastbarkeit Einfluß nimmt im Hinblick auf den Anteil einzelner Arten, Lückigkeit der Narbe und die Filzbildung, gilt es zu prüfen, welche Komponenten des Düngers dafür verantwortlich sind. Es kamen unterschiedliche N-Mengen, Nährstoffverhältnisse und Dünger differenzierter physiologischer Wirkung zur Ausbringung.

2. Material und Methodik

2.1 Standort

Der Versuch wurde auf einer Fläche der Saatzuchtwirtschaft Steinach bei Straubing im Herbst 1970 angelegt. Der Boden besteht aus einem tiefgründigen Lehm. Die Körnungslinie kann der Darstellung 1 entnommen werden. Die chemischen Bodenkenndaten wurden vor der Versuchsdurchführung im Frühjahr 1971 in einer Tiefe

von 0–10 cm ermittelt und ergaben folgende Werte:

pH (0,1n KCl)	5,6
P ₂ O ₅	13,0 mg/100 g Boden
K ₂ O	11,5 mg/100 g Boden

Zur Aussaat kamen die in Tabelle 1 angegebenen Arten und Sorten. Die Aussaatmenge betrug 20 g/m².

Tabelle 1: Saatmischung

Gewichtsprozent	Art	Sorte
40	<i>Festuca rubra commutata</i>	NORO, RASENGOLD
20	<i>Festuca rubra rubra</i>	ROLAND 21
40	<i>Poa pratensis</i>	MERION, UNION

2.2 Düngung

Es kamen verschiedene Dünger sowie unterschiedliche N-Mengen und N/P/K-Verhältnisse zur Anwendung (Tabelle 2). Zu Vergleichszwecken blieb eine Variante ungedüngt. Die Anzahl der Teilgaben bei den Rasendüngern richtete sich weitestgehend nach den Angaben der Hersteller. Zu den Mineraldüngern wurde Phosphat und Kalium jeweils in einer Gabe im Frühjahr ausgebracht. Im übrigen erfolgte die Düngung während der Vegetationszeit.

Geschnitten wurde mit einem Spindelmäher. Die Schnitthäufigkeit und Tiefe entsprach dem Rasentyp. Das Schnittgut wurde jeweils entfernt. Eine Beregnung, Unkrautbekämpfung oder mechanische Belastung der Rasenfläche wurde nicht vorgenommen.

2.3 Bewertung

Nach fünf Vegetationsperioden wurden nochmals die chemischen Bodenkenndaten ermittelt. Der pH-Wert wurde in 0,1n KCl-Lösung mit der Glaselektrode, der pflanzenverfügbare Gehalt an Phosphorsäure und Kalium mit der Doppellactatmethode nach EGNÉR-RIEHM (THUN et al., 1955) festgestellt.

Die Zusammensetzung der Narbe wurde durch die wiederholte Schätzung des Deckungsanteils einzelner Arten ermittelt (ARENS, 1958; KLAPP, 1965; MÜLLER-BECK, 1977).

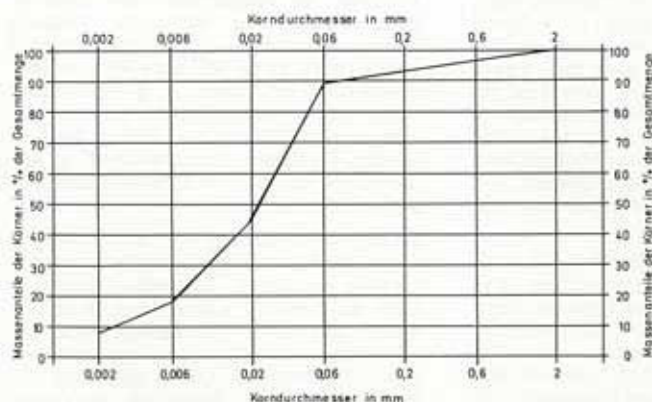
Die Prüfung wurde in drei Blöcken angelegt. Die Parzellengröße betrug 10 m². Zur Kennzeichnung verschiedener Zusammenhänge wurden einfache und multiple Korrelations- und Regressionskoeffizienten errechnet.

3. Ergebnisse

3.1 Dünger und Boden

Da die Varianten unterschiedlich mit Phosphorsäure und Kalium versorgt und Dünger differenzierter physiologi-

Körnungslinie des Versuchsstandortes



Darst. 1: Körnungslinie des Versuchsstandortes

Abbildung 2: Düngungsvarianten (Nährstoffe in g/m²)

Versuchs-glied	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Teil-gaben	Dünger
1	-	-	-	-	-	ungedüngt
2	-	12	20	-	-	
3	24	6	-	-	-	
4	24	12	-	-	6	Kalkammonsalpeter, Rhenaniaphosphat und 40er Kali
5	24	-	10	-	6	
6	24	-	20	-	6	
7	24	12	10	-	6	
8	24	12	20	-	6	
9	24	12	30	-	6	
10	24	12	20	-	6	Kalkammonsalpeter, Rhenaniaphosphat und 40er Kali
11	36	12	20	-	6	
12	48	12	20	-	6	
13	24	12	20	-	6	Kalkammonsalpeter, Superphosphat und 40er Kali
14	36	12	20	-	6	
15	48	12	20	-	6	
16	24	12	20	-	6	schwefelsaures Ammoniak, Superphosphat und 40er Kali
17	36	12	20	-	6	
18	48	12	20	-	6	
19	24	12	20	-	9	schwefelsaures Ammoniak, Superphosphat und 40er Kali
20	36	12	20	-	9	
21	48	12	20	-	9	
22	24	-	-	-	6	schwefelsaures Ammoniak
23	36	-	-	-	6	
24	48	-	-	-	6	
25	16	5	5	2	1	SKW-Rasendünger
26	16	4	6,4	1,6	1	Rasen-Floranid
27	16	5,5	6,4	1,6	4	schwefels. Ammoniak
28	24	7,5	7,5	3	2	SKW-Rasendünger
29	24	6	9,6	2,4	2	Rasen-Floranid
30	24	8,3	9,6	2,4	6	schwefels. Ammoniak
31	32	10	10	4	2	SKW-Rasendünger
32	32	8	12,8	3,2	2	Rasen-Floranid
33	32	11	12,8	3,2	8	schwefels. Ammoniak
34	24	24	34	4	6	Nitrophoska blau
35	24	14,4	24	3,2	3	Nitrophoska permanent
36	6	12	2	-	4	Compo Echter Guano
37	500 g Dünger	-	-	-	4	Compo Rasendünger mit echtem Guano
38	28,5	12	18	6	3	Sanguano Rasenvoll-dünger
39	30	3,3	2,4	-	3	Scott Rasendünger

) zusätzlich Ergänzungsdüngung mit P₂O₅, K₂O und MgO

schon Wirkung ausgebracht sind (Tabelle 2), ist hier zu prüfen, wie sich im Verlaufe von fünf Vegetationsperioden die Düngung auf die bodenchemischen Werte ausgewirkt hat.

Eine signifikante Zunahme der Nährstoffgehalte in Abhängigkeit von der zugeführten Nährstoffmenge geht aus den Abbildungen 1 und 2 hervor. Der vergleichsweise niedrige Regressionskoeffizient für Kalium (Abb. 1), der eine geringe Anreicherung pflanzenverfügbaren Kaliums im Boden andeutet, resultiert vermutlich aus einer höheren K-Aufnahme (OPITZ von BOBERFELD und BOEKER, 1975). Dies bestätigt Ergebnisse von SIEBER (1970), SKIRDE und KERN (1971), MÜHLSCHLEGEL und MEHNERT (1974), SCHWEIZER (1974) und SKIRDE (1974b), die vergleichsweise höhere K-Gehalte im Schnittgut einer Rasennarbe feststellen.

Abhängigkeit des lactatlöslichen K₂O-Gehaltes in mg K₂O/100 g Boden (= y) vom Kalium-Düngeraufwand in mg K₂O/m² u. Jahr (= x) Mittlerer Aufwand an Stickstoff: 28,6 g N/m² u. Jahr

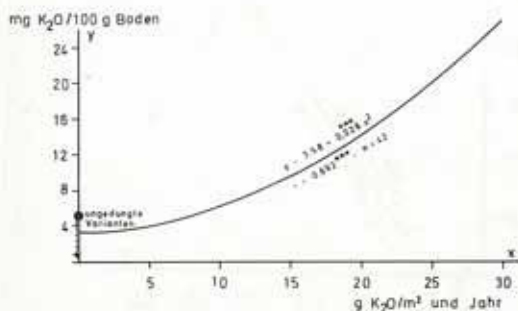


Abb. 1: Abhängigkeit des lactatlöslichen K₂O-Gehaltes in mg K₂O/100 g Boden (= y) vom Kalium-Düngeraufwand in mg K₂O/m² und Jahr (= x) Mittlerer Aufwand an Stickstoff: 28,6 g N/m² und Jahr

Abhängigkeit des lactatlöslichen P₂O₅-Gehaltes in mg/100 g Boden (= y) vom Phosphat-Düngeraufwand in g P₂O₅/m² und Jahr (= x₁) und pH-Wert in 0,1 n KCl (= x₂) Mittlerer Aufwand an Stickstoff: 28,6 g N/m² und Jahr

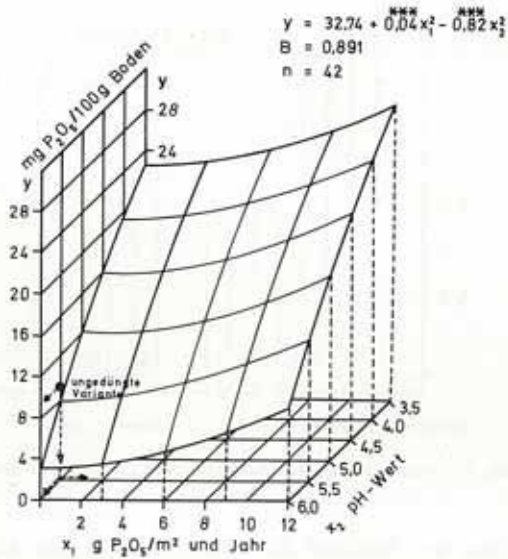


Abb. 2: Abhängigkeit des lactatlöslichen P₂O₅-Gehaltes in mg/100 g Boden (= y) vom Phosphat-Düngeraufwand in g P₂O₅/m² und Jahr (= x₁) und pH-Wert in 0,1 n KCl (= x₂) Mittlerer Aufwand an Stickstoff: 28,6 g N/m² und Jahr

Die multiple Betrachtung des Phosphorsäuregehaltes im Boden (Abb. 2) zeigt, daß die Anreicherung im Boden größer ist bei niedrigem pH-Wert. Dies beruht vermutlich zum einen auf der höheren Verfügbarkeit des Phosphors im sauren pH-Bereich (MENGEL, 1972) und zum anderen auf dem in diesen Fällen geringeren Bedarf der Rasennarbe, auf den im folgenden Kapitel (3.2) noch eingegangen wird.

Insgesamt wird die Bodenreaktion durch verschiedene Dünger unterschiedlich beeinflusst (Abb. 3). Eine Düngung von Kalkammonsalpeter in Verbindung mit Rhenaniaphosphat bzw. Superphosphat verschiebt den pH-Wert im Vergleich zur ungedüngten Variante kaum bzw. zum Neutral-Punkt hin. Die „Rasendünger“ hingegen bewirken langfristig eine signifikante Absenkung der Bodenreaktion, allerdings nicht so stark wie es bei einer Düngung mit Schwefelsaurem Ammoniak der Fall ist.

3.2 Dünger und Bestandszusammensetzung

Zu Beginn der Untersuchungen – 1971 – zeigt die gesamte Versuchsfläche einen einheitlichen Pflanzenbestand mit 70 % *Poa pratensis* und 30 % *Festuca rubra*. Im Verlaufe der sechs Versuchsjahre tritt jedoch eine deutliche Differenzierung der Narbenzusammensetzung ein. Dies kann der Tabelle 3 entnommen werden, die den Anteil der Arten, der offenen Flächen und die Stärke des Rasenfilzes ausweist. Welche Komponenten der Dünger insbesondere eine Veränderung der Narbe bewirken, soll geklärt werden.

Da Pflanzenarten unterschiedliche pH-Werte bevorzugen können (BOEKER, 1964) und mehrfach Beziehungen zwischen Bodenreaktion und Verunkrautungsrate im Rasen festgestellt werden (ROEBERS und LANGE, 1968, 1970; SKIRDE, 1970; OPITZ von BOBERFELD, 1972; RIEM VIS, 1974; OPITZ von BOBERFELD und BOEKER, 1975), ist auch eine Veränderung des Anteils einzelner

Versuchs- glied	Festuca rubra & tenax %	Poa pratensis %	Sonstige offene Flächen %	Rasenfläch
1	87	2	11+	8
2	86	2	12++	8
3	30	70	+	8
4	30	70	+	8
5	42	58	+	13
6	42	58	+	12
7	30	70	+	12
8	28	72	+	12
9	32	68	+	15
10	30	70	+	12
11	15	85	+	13
12	7	93	+	12
13	38	62	+	18
14	20	80	+	19
15	10	90	+	14
16	68	32		22
17	97	3		25
18	100	+		26
19	80	20		27
20	96	4		27
21	100	+		28
22	92	8		20
23	100	+		25
24	100	78		24
25	88	12		20
26	92	8		19
27	92	8		23
28	71	29		24
29	30	70		18
30	92	8		20
31	72	28		20
32	17	83		3
33	97	3		77
34	28	72		2
35	48	51		0
36	72	18	10+++	0
37	72	28		0
38	25	75		0
39	25	75		0

Tabelle 3: Pflanzenbestand und Düngung (Aufnahme am 8.10.1976)

Arten am Bestand zu erwarten. Wie die Abbildung 4 zeigt, nimmt der Anteil der Art Festuca rubra mit zunehmender Bodenreaktion signifikant ab, wohingegen der Anteil der Art Poa pratensis steigt. Bei einem pH-Wert von 5,6 wird somit ein Verhältnis von 7% zu 93% erreicht. Im Einklang stehen diese Beobachtungen mit Ergebnissen von ROEBERS und LANGE (1974), OPTZ von BOBERFELD (1975), MÜLLER-BECK (1977) sowie MEHNERT BOEKER (1975).

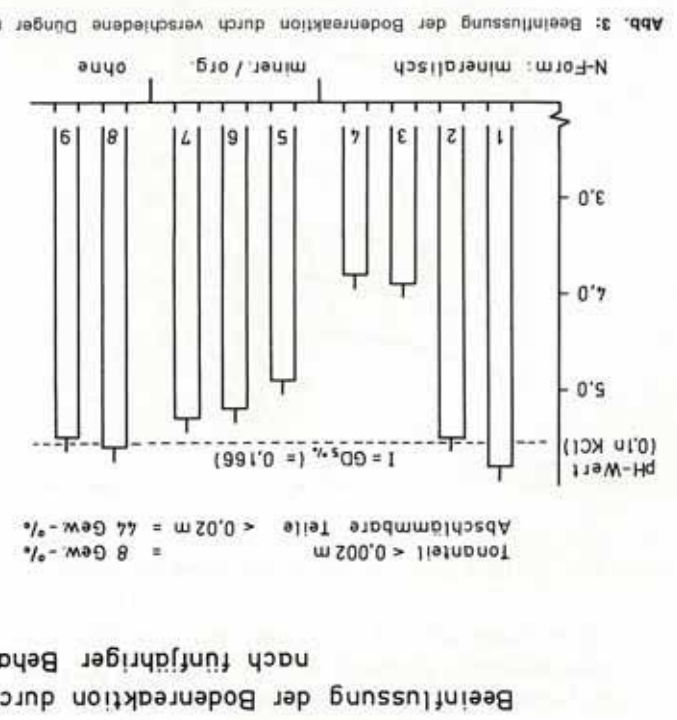


Abb. 3: Beeinflussung der Bodenreaktion durch verschiedene Dünger nach fünfjähriger Behandlung

Dünger	g/m ² u. Jahr	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	26	12	20	20
2	26	12	20	20
3	26	-	-	-
4	26	12	20	20
5	26	26	36	10
6	26	6	10	26
7	26	16	26	26
8	-	-	-	-
9	-	-	-	-

Abb. 4: Abhängigkeit der Deckungsgrade von Festuca rubra bzw. Poa pratensis in % (= y) vom pH-Wert in 0,1 n KCl (= x)

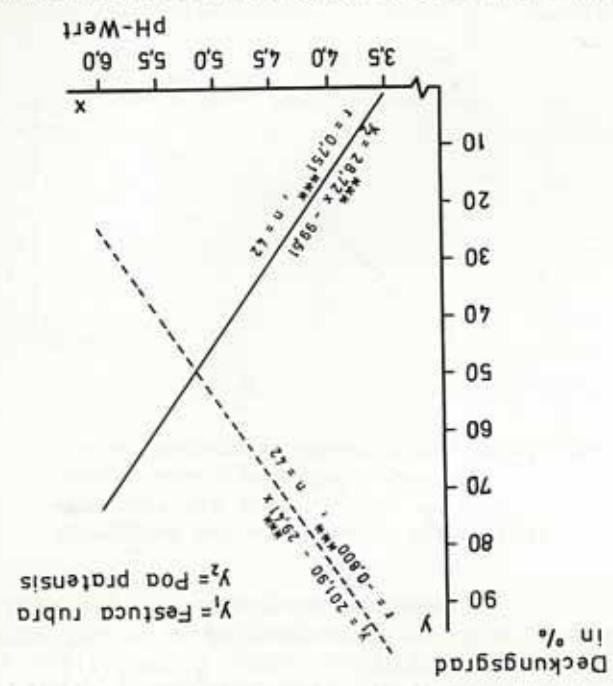


Abb. 4: Abhängigkeit der Deckungsgrade von Festuca rubra bzw. Poa pratensis in % (= y) vom pH-Wert in 0,1 n KCl (= x)

(1978), wohingegen SKIRDE (1970) von einer Zunahme der Art Poa pratensis bei saurer Düngung berichtet. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß bei den Untersuchungen von SKIRDE (1970) nur der Reaktionsbereich von 5,5-6,6 erfaßt ist. Für die signifikante Zunahme des Rasenfläch bei niedriger Bodenreaktion (SIEBER, 1970) (Abbildung 5; BIL-

Abhängigkeit des Rasenfilzes (= y) vom pH-Wert in 0,1n KCl (= x)

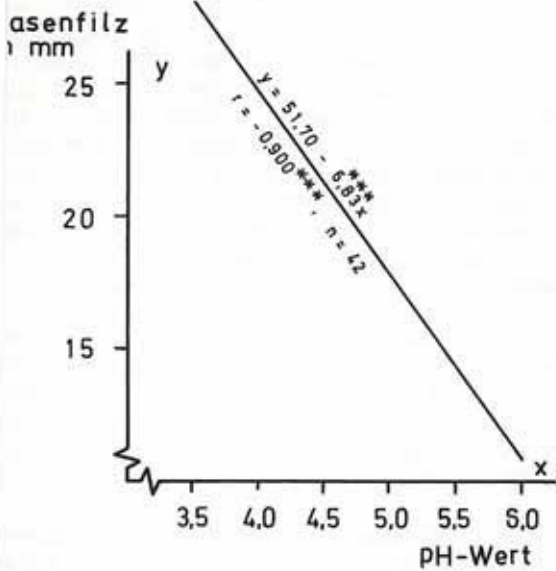


Abb. 5: Abhängigkeit des Rasenfilzes (= y) vom pH-Wert in 0,1 n KCl (= x)



Bild 1: Anhäufung von Rasenfilz bei stark saurer Bodenreaktion (Schwefelsaures Ammoniak)



Bild 2: Anhäufung von Rasenfilz bei schwach saurer Bodenreaktion (Kalkammonsalpeter)

der 1 und 2) ist vermutlich der hohe Anteil von *Festuca rubra* in diesem pH-Bereich mitverantwortlich. Diese Art wird vergleichsweise langsam von den Mikroorganismen abgebaut (KUNTZE, 1964; WEBER, 1978; 1979). Hinzu kommt, daß die im sauren Milieu vorherrschenden Pilze organisches Material langsamer umsetzen als Bakterien, so daß erst im schwach sauren pH-Bereich der Abbau beschleunigt wird (SPRAGUE, 1933; BARTHEL, 1934; WHITE et al., 1949; JANSSON und CLARK, 1952; THOMPSON et al., 1954; KÖHNLEIN, 1955; JENKINSON, 1971; SKIRDE, 1974a, 1976). Ebenfalls bevorzugen Regenwürmer, die zum Abbau des Rasenfilzes beitragen (MEHNERT, 1978), eine mehr neutrale Bodenreaktion (KLAPP, 1967).

Die signifikante Zunahme offener Flächen (Abb. 6) mit abnehmender Bodenreaktion kann mit einer Erklärung für die stärkere Phosphoranreicherung bei niedrigen pH-Werten sein (vgl. Kapitel 3.1 und Abb. 2).

Von den Nährelementen wirkt sich der Stickstoffaufwand signifikant auf die Bestandszusammensetzung aus (Abb. 7). Dabei entspricht die Wirkung des Stickstoffs in Form einer „mineralischen Düngung“ ausgebracht der einer Düngung mit „Langzeitwirkung“. Höhere Stickstoffgaben begünstigen den Anteil von *Poa pratensis* im Bestand. Dies bestätigen Ergebnisse von SKIRDE und KERN (1971), BOEKER und OPITZ von BOBERFELD (1973), OPITZ von BOBERFELD (1973, 1975), ENGEL (1974), MÜHLSCHLEGEL und MEHNERT (1974), ROEBERS und LANGE (1974), sowie MÜLLER-BECK (1977).

Zwischen der Aufwandmenge der Nährelemente Phosphor und Kalium und der Bestandszusammensetzung kann keine Abhängigkeit festgestellt werden (Tabelle 4), obgleich SKIRDE und KERN (1971) ein relativ konstantes N/P/K-Verhältnis im Schnittgut einer Rasenarbe beobachten und hier mit der Düngung unterschiedliche

Abhängigkeit der von Pflanzen nicht bedeckten Bodenoberfläche (= y) vom pH-Wert in 0,1n KCl (= x)

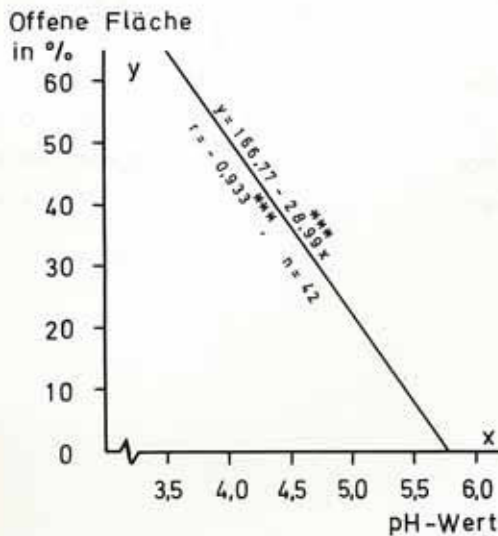


Abb. 6: Abhängigkeit der von Pflanzen nicht bedeckten Bodenoberfläche (= y) vom pH-Wert in 0,1 n KCl (= x)

Abhängigkeit der Zusammensetzung der Pflanzenbestände (= y) vom Aufwand an Stickstoff (= x)

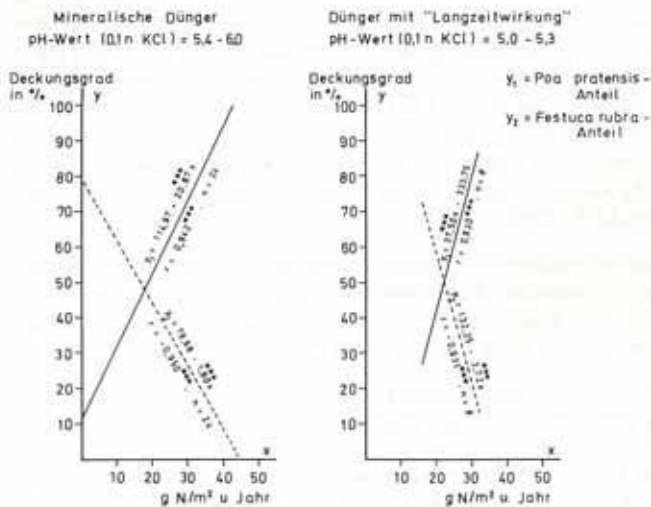


Abb. 7: Abhängigkeit der Zusammensetzung der Pflanzenbestände (= y) vom Aufwand an Stickstoff (= x)

Nährstoffverhältnisse (Tabelle 2) geprüft sind. Die geringe Bedeutung des Nährstoffverhältnisses resultiert hier jedoch vermutlich aus der von Versuchsbeginn an guten Versorgung des Bodens (vgl. Kapitel 2.1). Bei nachlieferungsschwachen Böden und Bodenaufbauten mit hohem Sandanteil könnten sich möglicherweise andere Ergebnisse ergeben (SKIRDE, 1973, 1974b).

4. Diskussion

Bei den handelsüblichen Düngern fallen die speziellen Rasendünger, die meist als Langzeitdünger angeboten werden, preislich auf. Bei den Mineraldüngern führt jedoch eine unsachgemäße Anwendung zu Ätزشäden. Gezieltes Arbeiten, wie bei der Regeneration des Rasens oder bei der Spätdüngung, erfordert vielfach die mineralische Düngung. Da die Wahl eines Düngers im

Hinblick auf eine gute Narbenqualität vorgenommen werden sollte, gilt es hier festzustellen, welche Komponenten des Düngers Einfluß nehmen auf den Anteil einzelner Arten am Bestand, die Lückigkeit der Narb und die Filzbildung.

Die differenzierte physiologische Wirksamkeit der Dünger verändert langfristig die Bodenreaktion und hat somit Rückwirkungen auf die Bestandszusammensetzung. Die weniger strapazierfähige Art *Festuca rubra* wird bei niedrigen pH-Werten in ihrer Entwicklung begünstigt. Die schlechte Zersetzbarkeit der organischen Substanzen dieser Art und die geringere Mikrobenaktivität in saurem Milieu führen gleichzeitig zu einer größeren Anhäufung von Rasenfilz. Zudem wird eine geringere Flächenbedeckung festgestellt. Diese negativen Begleiterscheinungen einer nachhaltigen physiologisch sauren Düngung lassen es wünschenswert erscheinen, den Verbraucher besser als bisher, insbesondere durch eine entsprechende Kennzeichnung der Verpackung, aufzuklären.

Ebenso hat die Stickstoffmenge, wie auch mehrfach bestätigt wird, Einfluß auf die Bestandszusammensetzung. Der Anteil der Art *Poa pratensis* wächst mit zunehmender Stickstoffmenge. Dabei ist es gleichgültig ob das Nährelement in Form eines „Mineraldüngers“ oder eines Düngers mit „Langzeitwirkung“ zur Ausbringung kommt.

Höhere Aufwandmengen der Nährelemente Phosphor und Kalium erhöhen ihren pflanzenverfügbaren Anteil im Boden. Die Phosphoranreicherung steigert sich dabei mit zunehmendem Phosphoraufwand. Niedrige Bodenreaktionen begünstigen ebenfalls die P-Anreicherung. Dafür ist möglicherweise eine bessere P-Verfügbarkeit und der größere Anteil offener Flächen mitverantwortlich. Die allgemein vorliegende vergleichsweise geringere K-Anreicherung resultiert vermutlich aus dem höheren K-Bedarf der Rasennarbe wie mehrfach berichtet wird. Obgleich unterschiedliche Nährstoffverhältnisse geprüft wurden, konnte eine Umschichtung der Bestandszusammensetzung nicht auf die Aufwandmengen der Nährelemente Phosphor und Kalium zurückgeführt werden.

Korrelationskoeffizienten bei mineralischer Düngung, n = 42

	Offene Fläche	Rasenfilz	<i>Festuca rubra</i>	<i>Poa pratensis</i>	g N/m ²	g P ₂ O ₅ /m ²	g K ₂ O/m ²	pH-Wert	lac. P ₂ O ₅	lac. K ₂ O
Offene Fläche	1,000	0,857	0,719	-0,665	0,573	0,307	0,290	-0,933	0,904	0,320
Rasenfilz		1,000	0,607	-0,539	0,520	0,334	0,446	-0,900	0,843	0,353
<i>Festuca rubra</i>			1,000	-0,995	0,482	-0,376	0,042	-0,800	0,788	0,445
<i>Poa pratensis</i>				1,000	-0,447	0,067	-0,014	0,751	-0,746	-0,449
g N/m ²					1,000	0,166	0,153	-0,531	0,478	0,133
g P ₂ O ₅ /m ²						1,000	0,488	-0,215	0,459	0,344
g K ₂ O/m ²							1,000	-0,299	0,333	0,692
pH-Wert								1,000	-0,908	-0,357
lac. P ₂ O ₅									1,000	0,507
lac. K ₂ O										1,000

Sicherungsgrenze 5 %, r = > 0,3044
 Sicherungsgrenze 1 %, r = > 0,3932
 Sicherungsgrenze 0,1%, r = > 0,4896

Zusammenfassung

Der Düngungsversuch wurde im Herbst 1970 auf einer Fläche der Saatzwirtschaft Steinach bei Straubing angelegt und im Herbst 1976 ausgewertet. Unterschiedliche Stickstoffmengen und N/P/K-Verhältnisse sowie länger differenzierter physiologischer Wirkung wurden berücksichtigt. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Die differenzierte physiologische Wirksamkeit der Dünger verändert langfristig die Bodenreaktion und nimmt dadurch Einfluß auf die Bestandszusammensetzung, den Anteil offener Flächen und die Filzbildung.

Differenzierte Stickstoffmengen führen ebenfalls zu einer veränderten Zusammensetzung der Rasennarbe. Dabei wirken sich „mineralische Dünger“ und Dünger mit „Langzeitwirkung“ gleichermaßen signifikant aus.

Höhere P- und K-Gaben erhöhen den pflanzenverfügbaren Anteil dieser Nährelemente im Boden. Eine P-Verfügbarkeit wird zusätzlich bei niedriger Bodenreaktion begünstigt. Eine Bestandsumschichtung durch diese Nährelemente konnte für diesen optimal mit P und K versorgten Standort nicht festgestellt werden.

Literaturverzeichnis

- ARENS, R., 1958: Zur Frage der Anwendung der Ertragsanteilschätzung bei Weidebestandsuntersuchungen. *Z. Acker- u. Pflanzenbau* 105, 44–49.
- BARTHEL, G., 1934: Der Einfluß einer feldmäßigen K_2O - und P_2O_5 -Düngung auf die Mikroorganismenaktivität im Boden und die Beziehung dieser zu den Felderträgen. *Z. Pflanzenern. Düngg. Bodenk.* 13, 102–119.
- BOEKER, P., 1964: Die Verbreitung der wichtigsten Grünlandpflanzen Nordrhein-Westfalens in Abhängigkeit vom pH-Wert. *Forsch. u. Ber. Reihe B.*, H. 10, 211–230.
- BOEKER, P. und W. OPITZ von BOBERFELD, 1973: Rückwirkungen von verschiedenen Schnittsystemen auf die Pflanzenbestände von Rasen bei variiertem Stickstoffdüngung. *Rasen-Turf-Gazon* 4, 5–8.
- ENGEL, R. E., 1974: Influence of nitrogen fertilization on species dominance in turfgrass mixtures. *Proceedings of the second International Turfgrass Research Conference, Blacksburg/Virginia*, 104–111.
- HANSEN, R., J. SIEBER und H. MÜSSEL, 1969: Rasendüngungsversuch der Gesellschaft für Rasenforschung. *D. Rasen* 3, 75–100.
- JANSSON, S. L. and F. E. CLARK, 1952: Lossing of nitrogen during decomposition of plant material in the presence of inorganic nitrogen. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 16, 303–334.
- JENKINSON, D. S., 1971: Studies on the decomposition of ^{14}C labelled organic material in soil. *Soil Sci.* 111, 64–70.
- KLAPP, E., 1965: Grünlandvegetation und Standort. *Verl. Paul Parey, Berlin und Hamburg.*
- KLAPP, E., 1967: Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues. 6. Aufl. *Verl. Paul Parey, Berlin und Hamburg.*
- KÖHNLEIN, J., 1955: Die Ernte- und Wurzelrückstände und ihre Bedeutung für Vorfruchtwirkung und Bodenfruchtbarkeit. *Die Phosphorsäure* 15, 15–30.
- KUNTZE, H., 1964: Über die Umsetzung von Gräser- und Kleewurzeln im Boden. *Z. Acker- u. Pflanzenbau* 120, 383–400.
- MEHNERT, C., 1978: Die Entwicklung der Sportrasenflächen im Münchener Olympiapark und auf zwei weiteren Plätzen in Abhängigkeit von Bodenaufbau, Aussaatmischung, Pflege und Belastung. *Diss. München.*
- MENGEL, K., 1972: Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. 4. Aufl. *VEB G. Fischer Verl., Jena.*
- MÜHLSCHLEGEL, F. und C. MEHNERT, 1974: Untersuchungen zur Ermittlung des Phosphat- und Kalibedarfs von Gebrauchsrasen. *Rasen-Turf-Gazon* 5, 52–55.
- MÜLLER-BECK, K. G., 1977: Sportplätze aus der Sicht des Bodenaufbaues und des Pflanzenbestandes. *Diss. Bonn.*
- OPITZ von BOBERFELD, W., 1972: Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen der Rasenflächen des Kölner Grüngürtels. *Rasen-Turf-Gazon* 3, 21–27.
- OPITZ von BOBERFELD, W., 1975: Fertigrasen Qualität-Verwendung. *Verwendung.* *Neue Landschaft* 20, 477–481.
- OPITZ von BOBERFELD und P. BOEKER, 1973: Der Einfluß verschiedener Düngemittel auf die Anhäufung der Wurzelmasse eines Intensivrasentyps. *Rasen-Turf-Gazon* 4, 25–27.
- OPITZ von BOBERFELD und P. BOEKER, 1975: Einsatz verschiedener Düngemittel auf Gebrauchsrasen. *Rasen-Turf-Gazon* 6, 13–21.
- RIEM VIS, F., 1974: Düngungsversuche bei Sportrasen. *Rasen-Turf-Gazon* 5, 73–75.
- ROEBERS, F. und P. LANGE, 1968: Mehrjährige Beobachtungen über den Einfluß von Schnitthäufigkeit und Höhe der Düngung auf die Qualität von Zierrasen. *D. Gartenamt* 17, 246–250.
- ROEBERS, F. und P. LANGE, 1970: Über den Einfluß der Düngeform auf die Qualität von Zierrasen. *Neue Landschaft* 15, 358–366.
- ROEBERS, F. und P. LANGE, 1974: Die Qualität der Grasnarbe in Abhängigkeit von Saatmischung und Düngung. *Neue Landschaft* 19, 59–70.
- SCHONTHALER, K. E., 1974: Wirkung einiger Dünger auf Rasengräser. *Rasen-Turf-Gazon* 5, 75–77.
- SCHWEIZER, E. W., 1974: Erhebungen über den Nährstoffentzug verschiedener Rasengräser und Rasengrasmischungen im Verlaufe der Vegetationsperiode. *Rasen-Turf-Gazon* 5, 65–68.
- SIEBER, J., 1970: Wirkungen mineralischer und organischer Rasendünger. *Rasen-Turf-Gazon* 1, 56–58.
- SKIRDE, W., 1970: Reaktion von Rasenmischungen auf physiologisch saure und physiologisch alkalische Düngung. *Rasen-Turf-Gazon* 1, 58–60.
- SKIRDE, W., 1973: Nährstoffwirkung und Nährstoffverwertung bei wasserdurchlässig zusammengesetzter Rasentragschicht. *Rasen-Turf-Gazon* 4, 1–4.
- SKIRDE, W., 1974a: Aufbaubeispiele einer Rasensportfläche nach DIN 18035–4. *Rasen-Turf-Gazon* 5, 19–22.
- SKIRDE, W., 1974b: Nährstoffgehalt und Nährstoffentzug von Rasen bei verschieden hoher Düngung und verschiedenem Bodenaufbau. *Rasen-Turf-Gazon* 5, 68–73.
- SKIRDE, W., 1976: Nährstoffverwertung und Nährstoffauswaschung verschieden aufgebauter und verschieden gedüngter Rasenflächen. I. Nährstoffverwertung. *Rasen-Turf-Gazon* 7, 99–105.
- SKIRDE, W. und J. KERN, 1971: Untersuchungen über Zuwachs, Nährstoffgehalt und Bestandsumbildung von Rasensaaten unter dem Einfluß verschieden hoher Stickstoffgaben. *Rasen-Turf-Gazon* 2, 118–123.
- SPRAGUE, H. B., 1933: Root development and its relation to soil. *Soil Sci.* 35, 189–209.
- THOMPSON, L. M., C. A. BLACK and J. A. ZOELLNER, 1954: Occurrence and mineralization of organic phosphorus in soils, with particular reference to associations with nitrogen, carbon and pH. *Soil Sci.* 77, 185–196.
- THUN, R., R. HERRMANN und E. KNICKMANN, 1955: *Handbuch der landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik*. 1. Die Untersuchung von Böden, 3. Aufl. *Verl. Neumann, Radebeul und Berlin.*
- WEBER, M., 1978: Wurzelinhaltsstoffe und Dynamik des Wurzelabbaues einiger mono- und dikotyler Arten. *Diss. Bonn.*
- WEBER, M., 1979: Der Wurzelabbau verschiedener monokotyler Arten unter dem Einfluß von Wurzelinhaltsstoffen. *Rasen-Turf-Gazon* 10, 26–32.
- WHITE, J. W., F. J. HOLBEN and C. D. JEFFRIES, 1949: Cellulose-composing power in relation to reaction of soils. *Soil Sci.* 68, 229–236.

Verfasser: Priv. Doz. Dr. W. Opitz von Boberfeld, Dr. Monika Weber, Institut für Pflanzenbau der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Katzenburgweg 5, D-5300 Bonn 1.

Dr. Horst Wolf, Amt für Landwirtschaft und Bodenkultur, Postfach, D-6360 Deggendorf.

Aus der internationalen Literatur

ZANDER, F., 1979, Handwörterbuch der Pflanzennamen. 11. Aufl., Neubearb. von F. Encke, G. Buchheim und S. Seybold. Verlag E. Ulmer, Stuttgart. DM 58,-.

Dieses Buch erfreut sich seit Jahrzehnten hoher Wertschätzung in der Forstwirtschaft, dem Gartenbau und der Landwirtschaft, da es in zuverlässiger Weise die jeweils gültigen lateinischen Bezeichnungen der Pflanzenarten aufführt. Gegenüber der vorhergehenden Auflage wurde die Zahl der aufgezählten Gattungen um 45, die der Arten um 110 vermehrt. Enthalten sind alle gartenbaulich sowie land- und forstwirtschaftlich genutzten Pflanzenarten, sonstige Nutzpflanzen, offizielle oder als Drogen genutzte Gewächse sowie die häufigsten, in den botanischen Gärten zu findenden Pflanzen der Gewächshäuser und des Freilandes. Von ganz besonderem Wert ist auch die Neuerung, daß jetzt bei den Arten auch die Ursprungsgebiete oder Verbreitungsareale angegeben werden. Das Buch, das man auch als „Pflanzen-Duden“ bezeichnet hat, führt aber nicht nur die heute gültigen Namen an, sondern auch die meisten der Synonyme mit dem Hinweis auf die gültigen Bezeichnungen. Für alle, die an korrekten Bezeichnungen der Pflanzenarten interessiert sind, ist es ein unentbehrliches Handbuch. P. Boeker, Bonn

BUNDESSORTENAMT, 1979, Beschreibende Sortenliste für Rasengräser 1979. Alfred Strotte Verlag, Hannover.

Die neue Auflage gibt wieder einen sehr guten Überblick über die in Deutschland geprüften Rasengräserarten. Gegenüber der vorhergehenden Sortenliste von 1977 sind 36 Sorten neu aufgenommen worden, während nur 7 ältere Sorten hier nicht mehr verzeichnet sind. Insgesamt sind in der vorliegenden Sortenliste 127 Rasensorten von 12 Arten beschrieben, wozu allerdings dann auch 1 Sorte von *Dactylis glomerata* gehört. Von dieser Art wird man jedoch kaum eine im eigentlichen

Sinne für Rasen geeignete Sorte erwarten können, genau so wenig wie bei *Festuca arundinacea*, für die man eine ähnliche Bewertung als scheinend anstrebt. Zusätzlich sind dann bei den Arten, wo solche infrage kommt, die beim Bundessortenamt registrierten Futtersorten aufgeführt worden. Es wird aber in der Sortenliste mit Recht darauf hingewiesen, daß nach Möglichkeit auf ihre Verwendung verzichtet werden sollte, da inzwischen zahlreiche gute Rasensorten vorhanden sind. Jedoch gibt es bei den neuen Sorten mitunter noch Probleme mit der Saatgutversorgung, die ein Ausweichen in Sonderfällen vertretbar erscheinen lassen, die sich aber eigentlich nur bei den Landschaftsrassen ergeben werden.

Im einzelnen sind folgende Veränderungen festzustellen:

Bei *Agrostis tenuis* ist neu die Sorte MAMELOU eingetragen. Insgesamt sind bei dieser Art jetzt 11 Sorten verfügbar, dazu kommen 3 Sorten von *Agrostis stolonifera* und 2 Sorten von *Agrostis canina*.

PLANO heißt die für *Dactylis glomerata* zugelassene Sorte.

Die Sorten BALMORAL und TOURNAMENT sind neu bei *Festuca ovina* ssp. *duriuscula*, wo nun wie bei der ssp. *capitata* 3 Sorten zur Auswahl stehen. Die Sorte LIVINA ist die erste eingetragene Sorte für die ssp. *vulgaris*.

Besonders zahlreich sind die zugelassenen Sorten bei *Festuca rubra* mit 32 Sorten. Davon entfallen auf den Horstrotschwinger (*Festuca rubra* ssp. *commutata*) 16 Sorten, von denen AGRAM, DIAMOND ENSYLVA und FIDELIMO neu sind. 8 Sorten gibt es jetzt beim Rot schwinger mit kurzen Ausläufern (*Festuca rubra* ssp. *trichophylla*) mit den neuen Sorten BARBARA und CHIWAGO. Die gleiche Gesamtzahl entfällt auf den Ausläuferrotschwinger (*Festuca rubra* ssp. *rubra*), wo nur die Sorte MONCORDE neu hinzukam. Bei dieser Unterart fehlt es noch fast ganz an Sorten, die für Rasen als gut geeignet bewertet wurden. Jedoch lassen sich die guten Rasensorten der drei Unterarten ohne Bedenken gegeneinander austauschen, d. h. ohne Rücksicht auf die Unterart. Das sollte auch bei der jetzt hoffentlich offiziell bald in Gang kommenden Neubearbeitung der DIN-Normen für Rasen beachtet werden. Fortgefallen ist die Beschreibung der Sorte NOVORUBRA.

Bei *Lolium perenne* ist die Sorte MARATHON nicht mehr aufgeführt. Neu sind 12 Sorten beschrieben, so daß jetzt insgesamt 23 Rasensorten beschrieben wurden, gegenüber nur 12 in der vorhergehenden Liste. Das zeigt gut die große Energie, die die Züchter für diese wichtige Rasenart aufgewandt haben und noch aufwenden, so daß für die nächstfolgende Auflage mit weiteren neuen Sorten zu rechnen ist. Neu sind die 12 Sorten: BARRY, BIANCA, DERBY, ENSPORTA, JENNIFER, KARIN, REX, ROYAL, SAIONE, SCORE, SPRINGFIELD und YORKTOWN. Von ihnen sind die meisten als für Strapazierrasen gut geeignet bewertet worden. Die Auswahl von guten Sorten für Sport- und Spielplätze ist jetzt also recht groß geworden.

Die Verwendung der Lieschgrasarten in den Rasenmischungen stellte, abgesehen von den skandinavischen Verhältnissen, eine mehr oder weniger deutsche Eigenart dar, die nach Änderung der Regelsaatgutmischungen wohl mehr oder weniger verschwinden dürfte. Bei *Phleum bertolonii* ist die Sorte NODORA entfallen, neu ist die Sorte PICCOLO. Das ergibt die Gesamtzahl von 5 Sorten. Die gleiche Gesamtzahl ergibt sich bei *Phleum pratense*, wo die Sorte PASTREMO nicht mehr erscheint. Neu beschrieben sind CASTELLA und TUSSO.

Von der Hainrispe (*Poa nemoralis*) gibt es durch die neue Sorte PALLAS jetzt 3 Sortenbeschreibungen. Bei der als Rasengras bedeutungslosen Art *Poa trivialis*, die vielfach eher ein Ungras darstellt, gibt es die neue Sorte POLIS, insgesamt dadurch 2 Beschreibungen, die wenig Positives aussagen.

Bei der für die meisten Rasentypen besonders wichtigen Art *Poa pratensis* erscheinen jetzt 33 Sortenbeschreibungen. Neu sind die der Sorten BARZAN, BIRDIE, ENSEMA, HEKLA, JULIA, ORNA und WEL-COME; fortgefallen sind die für CAPTAN, EDA und SKOFTI. Bei dieser Art fehlte noch eine größere Auswahl bei den gut geeigneten Sorten, wobei eine Resistenz oder wenigstens Toleranz gegen den Befall mit *Helminthosporium* und Rost angestrebt wird. Auch bei dieser Art werden noch zahlreiche neue Sorten zu erwarten sein.

Alles in allem ist die neue Beschreibende Sortenliste für Rasengräser 1979 ein unentbehrliches Handwerkszeug für jeden, der sich mit der Anlage von Rasen zu befassen hat.

P. Boeker, Bonn

Rasen-Dünger Rasaflor[®] spezial

mit
Oscorna
gemischt



Rasaflor spezial mit 50% mehr Stickstoff.

Für: Die wirkungsvolle Herbstdüngung vor der Winterpause, damit Ihre Grünanlagen für kräftigen Wuchs im Frühjahr gestärkt sind. Rasaflor ist für den Boden aufgeschlossen und baut ein langanhaltendes Düngedepot auf.

Und für: Eine erfolgversprechende und wirtschaftliche Anwendung Ihres Restetats – wie auch für Ihre Düngerplanungen im nächsten Jahr.

Oscorna Dünger GmbH D-7900 Ulm