

RASEN

TURF | GAZON

GRÜNFLÄCHEN BEGRÜNUNGEN

Sonderdruck aus

Nr. 1 / 1980

Hortus Verlag GmbH – Rheinallee 4b, Postfach 20 05 50, 5300 Bonn 2

Nährstoffhaushalt von stark vermagerten Rasentragschichten nach Filzanhäufung

B. Deller u. Cl. Mehnert, Freising

Zusammenfassung:

Die vorliegende Arbeit sollte zur Klärung der Frage beitragen, inwieweit eine Filzaufgabe den Nährstoffhaushalt stark vermagerter Rasentragschichten verändert. Untersucht wurden zu diesem Zweck vier etwa acht Jahre alte Sportplätze, deren Tragschicht ohne (drei Plätze) bzw. mit Oberboden (ein Platz) erstellt worden war. Alle Plätze werden einheitlich gepflegt, gedüngt und beregnet.

Die Untersuchung brachte folgende Ergebnisse:

1. Die untersuchten Filzschichten hatten eine höhere Kationenaustauschkapazität (KAK) als das darunter liegende Sand-Torf-Gemisch. Das dadurch zum Ausdruck kommende Nährstoff-Haltevermögen ist beträchtlich.
2. Das C/N-Verhältnis in der Mineralbodenschicht 0–2 cm und in der Filzschicht ist ähnlich und relativ eng. Es kann somit nicht Ursache der Filzbildung sein.
3. Gegenüber den Tragschichtsubstraten ohne Oberbodenanteil, die teilweise eine Unterversorgung an wichtigen Mengen- und Spurenelementen aufweisen, sind die Düngernährstoffe besonders stark in der Filzschicht angereichert.
4. In der Tragschicht mit wesentlichem Oberbodenanteil ist als Folge der mischenden Tätigkeit von Regenwürmern eine gleichmäßige Nährstoffverteilung über die gesamte erfaßte Tiefe hinweg festzustellen, Nährstoffmangelsituationen sind hier zudem unwahrscheinlicher wegen

Thatch accumulation and the nutrient content of rootzones with very low inherent fertility

Summary

It was the purpose of this experiment to examine how a thatch layer affects the nutrient content of turf rootzones with very low inherent fertility. Four sports grounds, approximately eight years old, were examined: three had been constructed without topsoil and one with topsoil. All the sports grounds had been managed, fertilized and irrigated in the same way.

The findings were as follows: –

1. The thatch layers showed a higher cation exchange capacity (KAK) than the sand-peat mixture underneath. The resultant nutrient retention capacity was considerable.
2. The C/N ratios in the 0–2 cm mineral soil layer and in the thatch layer were similar and relatively small, which means that the C/N ratio cannot be the reason for the thatch.
3. Compared with the rootzones made without topsoil, which are to some extent deficient in major and trace elements, the thatch layer had a particularly strong concentration of nutrients from fertilizer.
4. In the rootzone with topsoil incorporated into it, nutrients were distributed uniformly throughout the

Dynamique des substances nutritives dans les couches portantes très appauvries du gazon après accumulation de bourre

Résumé

Ce travail a été réalisé dans le but d'étudier l'influence des couches de feutre végétal sur le bilan nutritif des couches nourricières appauvries constituant les pelouses. Les recherches ont été effectuées sur quatre terrains de sport installés depuis huit années se différenciant par des couches nourricières faites soit sans l'emploi de terre mère (trois terrains), soit avec de la terre mère (un terrain). Les terrains subirent tous les mêmes mesures d'entretien, de fertilisation et d'irrigation.

Les résultats se résument comme suit:

1. Les couches de feutre étudiées se caractérisent par une capacité d'échange pour les cations plus élevée que les couches inférieures constituées d'un mélange sable-tourbe, ceci aboutissant à un pouvoir de rétention important pour les éléments nutritifs.
2. Le rapport C/N dans la couche minérale de 0 à 2 cm de profondeur est relativement étroit et comparable à celui de la couche de feutre gazonnant. Il n'est donc pas à l'origine de la formation de ce feutre végétal.
3. On constate par rapport aux couches nourricières constituées sans terre mère qui montrent en partie une carence importante en éléments majeurs et mineurs, par contre un fort enrichissement en éléments nutritifs dans les couches de feutre.
4. Dans les couches nourricières constituées avec de la terre mère on peut observer une répartition homogène des éléments nutritifs sur toute la profondeur, ceci dû à

der durchwegs höheren Nährstoffgehalte gegenüber den oberbodenlosen Tragschichten.

5. Es wird vorgeschlagen, daß Sand-Torf-Gemische neben einer pflanzenverträglichen Grunddüngung mit Hauptnährstoffen auch eine zusätzliche Gabe an Spurennährstoffen erhalten sollen, weil beide nachträglich nur schwierig über die gesamte Tiefe der Rasentragschicht einzubringen sind. Im Hinblick auf die Aussagekraft von Nährstoffuntersuchungen in Rasentragschichten wird die Ansicht vertreten, Filzschichten generell nicht in die Probenahme einzubeziehen.

whole depth examined, as a result of the mixing action of earthworms. Nutrient deficiencies are less likely than in rootzones without top soil because the nutrient content is consistently higher.

5. It is suggested to make up sand-peat mixtures not only with a basic fertilizer containing the main nutrients but also with trace elements, because it is difficult subsequently to introduce these throughout the entire depth of the rootzone. Regarding the reliability of nutrient analyses on rootzone materials, it seems wise to discard the thatch layer when samples are taken.

l'action des vers de terre; des carences seront ici plutôt invraisemblables à cause des teneurs en éléments nutritifs en général supérieures.

5. L'auteur propose d'apporter aux mélanges sable-tourbe en même temps que la fumure de fond comprenant les éléments majeurs également des éléments mineurs, car des applications ultérieures s'avèrent difficile à effectuer sur toute la profondeur des couches nourricières. Il est conseillé de ne pas faire entrer les couches feutrées dans les prélèvements destinés au dosage des éléments nutritifs en vue d'une interprétation plus significative des résultats.

I. Einleitung

Auf oberbodenlosen und -armen Rasentragschichten bilden sich in der Regel – besonders bei mangelhafter oder gar gänzlich fehlender Pflege – in wenigen Jahren aus der Narbensubstanz der Rasengräser Filzschichten. Deren negative Auswirkungen auf die physikalischen Eigenschaften der Rasentragschicht bzw. die Scherfestigkeit der Grasnarbe sind bekannt. Weniger gut kennt man bislang ihren Einfluß auf den Nährstoffhaushalt. Diesen etwas näher zu kennzeichnen – auch im Hinblick auf die Interpretation von Nährstoffuntersuchungen an Rasentragschichten – war das Ziel der vorliegenden Arbeit.

II. Material und Methoden:

Für die Untersuchungen standen Proben von vier verschieden aufgebauten Rasensportplätzen, drei davon oberbodenlos, zur Verfügung. Der Aufbau dieser Plätze wurde bereits von MEHNERT (1978, 1979 a) ausführlich beschrieben. Es handelt sich um die Parzellen A 1 und B 1 des Versuchssportplatzes sowie um die Plätze RA 1 und WURFPLATZ, die alle zur Zentralen Hochschulsportanlage (ZHS) in München gehören und in den Jahren 1969–1971 angelegt wurden.

Die ursprünglich vorgesehene Zusammensetzung der Trag- bzw. Deckschicht dieser Plätze und der darin enthaltene Anteil an Ton und abschlämmbaren Teilen sind in Tabelle 1 wiedergegeben.

Wie man sieht, wurde A 1, im Gegensatz zu den Sand/Torf-Gemischen der übrigen Plätze, ein beträchtlicher Anteil an Oberboden (40 Vol.-%) zugemischt. Dieser Platz weist daher eine ausreichende Regenwurmaktivität auf (MEHNERT, 1979 b), so daß die Bildung einer Filzschicht verhindert wurde. Auf B 1, RA 4 und Wurfplatz hatte sich bis zur Probenahme dagegen eine Filzschicht von 1,5–2 cm Stärke gebildet. Durch vergleichende Untersuchungen an der obersten Mineralbodenschicht (0–2 cm) von A 1 und an der Filzschicht (0–2 cm) der anderen Plätze sowie an dem darunter liegenden (2–5 cm) Material sollten die bodenchemischen Unterschiede aufgezeigt und die Auswirkung einer Filzaufgabe auf den Nährstoffhaushalt von Rasentragschichten verdeutlicht werden. Alle in diese Untersuchungen einbezogenen Rasenflächen wurden einheitlich gedüngt, beregnet und gepflegt.

Untersuchungsmethoden

pH-Wert: Potentiometrische Messung in 0,01 m CaCl₂ bei einem Verhältnis Boden : Lösung von 1 : 2

Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphat und Kali: Extraktion mit Lactatlösung (CAL, SCHÜLLER, 1969)

Gehalt an Gesamt-C und Gesamt-N: Schwefelsäure/Kaliumdichromat-Aufschluß des Bodens und Bestimmung des oxidierbaren Kohlenstoffs photometrisch, des Stickstoffs durch Destillation (SPRINGER u. KLEE, 1958)

Tabelle 1: Zusammensetzung der Trag- bzw. Deckschicht sowie Anteil an Ton ($\leq 0,002$ mm) und abschlämmbaren Teilen ($\leq 0,02$ mm) der vier untersuchten Rasensportflächen

Parzelle, Platz	Zusammensetzung des Substrates (Volumen-%)	Anteil an Ton (Gewicht-%)	Anteil an Teilen $\leq 0,02$ mm (Gewicht-%)
A 1	20 % Torf	8	15
	40 % Lava 0/7		
	40 % Oberboden		
B 1	60 % Kies 0/7	2	5
	40 % Torf		
RA 4	60 % Sand 0/3	5	5
	40 % Torf		
Wurfplatz (WP)	60 % Sand 0/3	4	5
	40 % Torf		

Kationen-Austauschkapazität und Gehalt an austauschbaren Basen: Eintausch von Ba++ im Perkolationsverfahren bei pH 8.1 nach MEHLICH; Rücktausch des Ba++ mit Mg++ und Messung der ausgetauschten Kationen mittels Flammphotometer bzw. AAS

Gehalt an verfügbaren Spurenelementen: Extraktion des Bodens mit 0.025 m EDTA-Lösung im Verhältnis 1 : 10 (Fe, Cu, Zn) bzw. (aktives Mangan) Extraktion mit Magnesiumsulfat/Natriumsulfit (SCHACHTSCHABEL, 1955); Bestimmung im Extrakt mittels AAS

III. Ergebnisse und Diskussion:

Die ermittelten bodenchemischen Eigenschaften der Rasentragschicht- und Filzproben sind in Tabelle 2 zusammengefaßt.

1. Rasentragschichten

1.1 pH-Wert, austauschbare Basen, Austauschkapazität (AK), Basensättigungsgrad (BS)

Die pH-Werte der untersuchten Rasentragschichten liegen durchweg leicht über pH 7.0. Es liegt also annähernd neutrale Bodenreaktion vor, was auf mehr oder weniger hohen Carbonatgehalt hindeutet. Die AK der Proben ist unter diesen Umständen praktisch vollständig mit austauschbaren Basen (Ca, Mg, K, Na) abgesättigt; der Basensättigungsgrad liegt dementsprechend bei 100 %.

Der Anteil des Calciums an der AK bzw. der austauschbaren Basen ist hoch (86–90%). Allerdings erreicht auch Magnesium mit 7–10% beachtliche Anteile, was zeigt, daß Material dolomitischen Ursprungs aus der Münchener Schotterebene verwendet worden ist. Der Anteil der übrigen austauschbaren Basen ist mit maximal 4% der AK normal.

1.2 Gesamt-Kohlenstoff und -Stickstoff

Schreibt man der organischen Substanz in den Rasentragschichten einen durchschnittlichen Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff von 58% zu (dieser Wert gilt für normale terrestrische Böden), dann errechnen sich aus den Gesamt-C-Werten Gehalte an organischer Substanz zwischen 5.5 und 10.1%. Böden mit solchen Gehaltswerten werden als humusreich bis sehr humusreich klassifiziert.

Das C/N-Verhältnis liegt in A1 mit 12.1 am niedrigsten und steigt (ebenso wie die Gesamt-C-Gehalte) in der Reihenfolge B1 – RA4 – WP auf über 20 an. Kann die Humusform von A1 auf Grund des C/N-Verhältnisses als „Mull“ bezeichnet werden (das C/N-Verhältnis des Humuskörpers von Mull liegt bei 10–15, SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL, 1976, S. 291), so macht sich bei den übrigen Rasentragschichten wohl noch der Einfluß des ursprünglich zugemischten Torfs bemerkbar, der das C/N-Verhältnis in Richtung der Humusformen „Moder“ bzw. „Rohhumus“ verschiebt. Inwieweit die unterschiedliche Humusform nur vom Alter der Plätze (B1 ist zwei Jahre älter als RA4 und WP) oder vom zunehmenden Anteil an tatsächlich eingebautem Torf abhängig ist, läßt sich nicht klarstellen. Auf jeden Fall wird es nur eine Frage der Zeit sein, bis sich das C/N-Verhältnis der organischen Substanz in allen Plätzen soweit verengt hat, wie es für die standortgemäße Humusform Mull typisch ist.

Art und Menge der organischen Substanz bestimmen neben dem Gehalt an Tonbestandteilen im wesentlichen die AK terrestrischer Böden. Als Schätzwert rechnet man im Durchschnitt mit 0,5 mval/g Ton und mit 2,0 mval/g organischer Substanz (SCHEFFER und SCHACHTSCHABEL, 1976, S. 101 f.). Benutzt man diese Werte sowie die ermittelten C- (Tab. 2) und Tongehalte (Tab. 1), so errechnen sich für die untersuchten Rasentragschichten folgende AK-Werte: A1: 18.2; B1: 20.6; RA4: 13.5; WP: 17.3 mval/100 g Material. Diese Werte stimmen recht gut mit den experimentell ermittelten überein, liegen allerdings etwas niedriger als diese.

Dies zeigt zumindest, daß die in den Rasentragschichten vorliegenden Tonbestandteile und organischen Substanzen in ihrem Nährstoffhalte- und -Pufferungsvermögen durchaus mit denen normaler terrestrischer Böden vergleichbar sind.

Es wird jedoch auch ersichtlich, daß in diesen künstlichen Substraten die AK zum überwiegenden Teil (durchweg über 75%) vom Gehalt an organischer Substanz bestimmt wird. Der Tongehalt spielt demgegenüber in diesen sandigen Materialien nur eine untergeordnete Rolle.

Trotz des relativ geringen Tongehaltes in diesen Rasentragschichten werden somit AK-Werte erreicht, die denen mittelschwerer bis schwerer Böden mit normalem Gehalt an organischer Substanz (2–3%) gleichkommen. Das in sehr sandigen Substraten generell niedrige Nährstoffhalte- und -Pufferungsvermögen wird also durch Anreicherung mit organischer Substanz deutlich gesteigert.

Tabelle 2: Chemische Eigenschaften von Rasentragschichten und darauf lagerndem Filz

Bezeichnung	pH-Wert	CAL-lösliches		Ges.C %	Ges.N %	C/N-Ver- hältnis	austauschbare Basen					Austausch- kapazität	EDTA-lösliches			"aktives" Mn mg/100 g
		Kali mg/100 g	Phosphat mg/100 g				Na	K	Ca	Mg	Summe		Fe mg/100 g	Cu ppm	Zn ppm	
Teil 1:																
Rasentragschichten																
A 1	7,1	32	13	4,11	0,34	12,1	0,21	0,53	15,5	1,85	18,1	18,1	32	9,4	3,6	9,6
B 1	7,2	10	5	5,72	0,40	14,3	0,05	0,26	17,2	1,55	19,1	19,1	23	1,3	1,5	2,2
RA 4	7,2	9	4	3,18	0,20	15,9	0,04	0,22	10,3	0,90	11,5	11,5	18	1,5	1,5	2,6
WP	7,1	11	8	4,82	0,23	21,0	0,06	0,21	16,1	1,30	17,7	17,7	18	1,3	1,0	2,0
Teil 2:																
Filzproben bzw. Material aus 0 – 2 cm (A 1)																
A 1	6,9	44	25	7,68	0,68	11,3	0,18	0,98	21,8	3,10	26,1	26,1	40	9,6	5,5	13,4
B 1	6,9	45	20	11,1	0,94	11,8	0,07	1,04	28,0	3,15	32,3	32,3	-	3,1	6,8	-
RA 4	6,9	57	30	12,2	1,06	11,5	0,12	1,20	25,7	2,75	29,8	29,8	41	5,5	3,4	5,2
WP	6,9	30	19	19,5	1,71	11,4	0,12	0,84	34,4	3,55	38,9	38,9	37	4,0	2,7	4,7

gert. Die Frage, ob dies notwendig und die Anreicherung mit organischer Substanz also positiv zu bewerten ist, läßt sich nicht generell entscheiden. Zwar wird ein höheres Nährstoff-Haltevermögen die Gefahr der Nährstoffauswaschung vermindern und eine ausgeglichene Nährstoffnachlieferung zur Folge haben, tatsächlich wird dies jedoch zu einer Verschlechterung der physikalischen Eigenschaften des Spielfeldaufbaues (Wasserdurchlässigkeit, SKIRDE, 1974) führen.

1.3 Nährstoffgehalte

Die Phosphat- und Kaligehalte liegen in den oberbodenlosen Rasentragschichten durchweg unter 10 mg P₂O₅ bzw. bei etwa 10 mg K₂O/100 g Tragschichtmaterial. In A1, der Tragschicht mit 40 Vol.-% Oberboden (Tab. 1), liegen die entsprechenden Werte mit 13 mg P₂O₅ und 32 mg K₂O/100 g um den Faktor 2–3 höher.

Es stellt sich nun die Frage, ob die Rasengräser angesichts dieser Gehalte als ausreichend mit Phosphat und Kali versorgt angesehen werden können. Ein Bewertungsschema zur Einordnung dieser Nährstoffgehalte speziell für Strapazierrasen fehlt bislang. Die ermittelten Werte können jedoch u. U. mit den Nährstoffgehaltsklassen verglichen werden, die vom Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) für Grünlandböden erarbeitet wurden und in der praktischen Bodenuntersuchung seit langem angewandt werden. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, daß Grünland normalerweise weniger häufig geschnitten wird als Strapazierrasen und in der Regel auch ein ausgedehnteres Wurzelsystem aufweist als dieser (zwischen ober- und unterirdischer Pflanzenmasse besteht ja häufig eine recht enge Beziehung).

Andererseits ist die Trockenmasseproduktion von Grünland und damit auch der Nährstoffentzug höher als der von Rasen, so daß dort auch eine bessere Nährstoffversorgung vorhanden sein sollte.

Wohl aus diesem Grund, aber auch, weil sehr sandige Substrate allgemein ein niedriges Nährstoff-Haltevermögen aufweisen, halten manche Autoren (MÜLLER-BECK, 1977, BOEKER, 1977) einen Gehalt von 10 mg P₂O₅ bzw. K₂O/100 g in Rasentragschichten für ausreichend, während man nach den Empfehlungen des VDLUFA in Grünlandböden 20–30 mg/100 g anstreben sollte.

Trotz dieser unterschiedlichen Auffassungen kann wohl davon ausgegangen werden, daß alle überprüften Tragschichten bis auf A1 mit Phosphat nicht und mit Kali kaum ausreichend versorgt sind (Gehaltsklasse nach VDLUFA: „niedrig“). Nur in A1 sind diese Nährstoffe nach den Richtlinien des VDLUFA genügend angereichert (Gehaltsklasse „mittel“ für P₂O₅ und „sehr hoch“ für K₂O), so daß künftig lediglich eine Düngung in etwa der Höhe des Entzuges der Rasengräser empfohlen wird.

Dieser Befund deckt sich mit den kürzlich von BÜRING (1979) berichteten Untersuchungen, wonach derzeit ein erheblicher Anteil von Rasentragschichten durchaus optimal mit den Hauptnährstoffen Phosphat und Kali versorgt sind. Ähnliches gilt für die Spurenelementversorgung: Auch hier muß man unter Zugrundelegung der im VDLUFA üblichen Bewertungsrichtlinien davon ausgehen, daß auf allen Plätzen bis auf A1 die Gehalte der Rasentragschichten an Cu, Zn und Mn niedrig sind, so daß ein latenter Mangel und damit ein suboptimales Wachstum der Rasengräser durchaus im Bereich des Möglichen liegt. Dabei ist zusätzlich zu bedenken, daß die vorgefundene neutrale Bodenreaktion die Verfügbarkeit des an sich geringen Vorrates im Boden

noch erschweren kann, da die Löslichkeit vieler Spurenelemente mit steigendem pH-Wert im Boden stark zurückgeht, worauf andernorts bereits hingewiesen wurde (DELLER, 1979). Dies gilt auch für den Nährstoff Eisen, über dessen notwendigen Gehalt im Boden man allerdings bislang noch keine Vorstellung hat.

Lediglich Magnesium, das unter den gegebenen Verhältnissen einen nicht unerheblichen Anteil an der AK erreicht, dürfte in ausreichender Menge im Boden vorhanden sein, so daß trotz erheblicher Entzüge durch die Rasengräser (MÜHLSCHLEGEL u. MEHNERT, 1974) spezielle Düngungsmaßnahmen nicht erforderlich sind. Ursache für die (bis auf A1) schlechte Nährstoffbevorzugung der untersuchten Rasentragschichten dürfte die beim Einbau verwendete Baustoffmischung sein. Torf und Sand (aber auch viele synthetische Zuschlagstoffe) sind arm an Phosphat, Kali, Magnesium und an Spurenelementen, damit aber auch die daraus hergestellten Rasentragschichten, wenn auf die Zumischung von Oberboden („Humus“) verzichtet wird. In DIN 18035, Blatt 4, wird diesen Umständen zumindest dadurch Rechnung getragen, daß eine sehr hohe NPK-Grunddüngung vorgeschrieben wird. Nach den vorliegenden Ergebnissen scheint diese NPK-Düngung allein nicht ausreichend zu sein. Es sollte vielmehr oberbodenlosen bzw. -armen Rasentragschichten auch eine Grunddüngung mit Spurennährstoffen zugeführt werden. Dies kann durch Zugabe spezieller Spurenelement-Dünger oder Verwendung spurenelementhaltiger Mehrnährstoffdünger geschehen.

Oberbodenreiche Rasentragschichten mit mäßigen Gehalten an abschlämmbaren Teilen (ca. 15 % an Teilen \leq 0,02 mm) sind, wie die Verhältnisse von A1 zeigen, in dieser Hinsicht weniger problematisch. Oberböden bringen nämlich in der Regel einen größeren Vorrat an Haupt- und Spurennährstoffen mit sich und sind in dieser Hinsicht gut gepuffert.

2. Rasenfilz

Im Vergleich zu den Rasentragschichten weisen die darauf gebildeten Filzschichten eine außergewöhnlich starke Anreicherung an organisch gebundenem Kohlenstoff und Stickstoff sowie an Nährstoffen auf. Dies ist in Tabelle 3 an Hand der Anreicherungsfaktoren dargestellt.

2.1 pH-Wert, AK, austauschbare Basen

Der pH-Wert der Rasenfilz-Proben liegt ähnlich hoch wie derjenige der jeweils zugehörigen Rasentragschichten, also annähernd im Neutralbereich; die Basensättigung beträgt entsprechend 100 % und der Anteil des austauschbaren Calciums und Magnesiums an der AK ist mit 83–86 % bzw. 7–12 % etwa so hoch wie in den zugehörigen Tragschichten. Höher als in diesen sind die Absolutwerte der AK. Die niedrigste Steigerung erfolgt dabei in A1, weil hier eine ausreichende Vermischung von abgestorbenem Pflanzenmaterial mit der Tragschicht gewährleistet ist. In den Filzaufgaben der übrigen Plätze sind AK und folglich auch Gehalt an austauschbaren Basen wesentlich mehr gesteigert. Die auf den einzelnen Rasentragschichten gebildeten Filzaufgaben haben also – gewichtsbezogen – ein deutlich höheres Nährstoff-Halte- und -Pufferungsvermögen als das darunter liegende Substrat.

2.2 Gesamt-Kohlenstoff und -Stickstoff

Gesamt-C ist in der Schicht 0–2 cm um den Faktor 1.9 (A1) bis 4.0 (WP) höher als in den zugehörigen Tragschichten. Im Vergleich zu diesen bereits als humusreich bezeichneten Substraten hat daher die organische Substanz wesentlich mehr, der Mineralkörper dagegen noch weniger Einfluß auf die chemischen (und physikalischen) Eigenschaften der Auflageschichten.

Tabelle 3: Vergleich der Gehalte an organisch gebundenem Kohlenstoff und Stickstoff, an Nährstoffen und der Nährstoffhaltefähigkeit von Filzschichten gegenüber den zugehörigen Tragschichten an Hand von Anreicherungsfaktoren (jeweiliger Gehalt der Tragschicht = 1):

Bezeichnung	Ges. C	Ges. N	AK	Ca	Mg	K	Nä	P ₂ O ₅	K ₂ O	Fe	Cu	Zn	Mn
A 1 (0-2 cm)	1,87	2,00	1,44	1,41	1,68	1,85	0,86	1,92	1,38	1,25	1,02	1,53	1,40
B 1	1,94	2,35	1,69	1,63	2,03	4,00	1,40	4,00	4,50	-	2,38	4,53	-
RA 4	3,84	5,30	2,59	2,50	3,06	5,45	3,00	7,50	6,38	2,28	3,67	2,27	2,00
WP	4,05	7,43	2,20	2,14	2,73	4,00	2,00	2,38	2,73	2,06	3,08	2,70	2,35

Die höhere AK der Filzschicht gegenüber der zugehörigen Rasentragschicht ist daher ausschließlich in der Anreicherung an organischer Substanz begründet. Teilweise muß diese allerdings in einer weniger aktiven Form als in den Rasentragschichten vorliegen, da sonst die AK im gleichen Maß steigen müßte wie der Gehalt an organischer Substanz. Dies ist jedoch nicht der Fall; wohl deshalb nicht, weil der Filz teilweise aus kaum zersetztem, nicht humifiziertem Pflanzenmaterial besteht, das hinsichtlich des Nährstoff-Haltevermögens nicht die gleiche Qualität besitzt wie Humus.

Das C/N-Verhältnis liegt in der Schicht 0-2 cm von A1 bei 11,3 und auch bei den Filzschichten ähnlich hoch (11,4-11,8). Dieses Verhältnis ist relativ eng, so daß man auch in Filzschichten eine hohe Mineralisierungsrate erwarten sollte. Die Ausbildung eines Filzbelages auf den Rasentragschichten der untersuchten Plätze ist somit aus einem zu weiten C/N-Verhältnis (wie dies in andersartigen Rohhumusaufgaben anzutreffen ist) nicht zu erklären.

2.3 Nährstoffe

Alle untersuchten Nährstoffe (Haupt- und Spurenelemente) sind im Filz gegenüber der zugehörigen Tragschicht angereichert. Am geringsten ist diese Anreicherung in A1 (maximal um den Faktor 1,9 für P₂O₅), am höchsten (Faktor 7,5, ebenfalls für P₂O₅) in RA4. Sicherlich liegt dies zum Teil daran, daß die oberbodenreiche Tragschicht von A1 meist (Mg, Na, P₂O₅, K₂O, Cu, Zn, Mn) deutlich höhere Gehalte aufweist als die übrigen oberbodenlosen Substrate. Jedoch auch absolut ist die Anreicherung in der obersten Bodenschicht (0-2 cm) von A1 meist deutlich niedriger als diejenige auf den übrigen Plätzen. Dies gilt besonders für die Nährstoffe Phosphat und Kali, die in der Regel über die Mineraldüngung mengenmäßig am stärksten zugeführt werden.

Folgende Ursachen sind für diese unterschiedlichen Anreicherungen anzuführen:

Wegen des in der AK zum Ausdruck kommenden beachtlichen Nährstoff-Haltevermögens der Filzschicht wird ein beträchtlicher Anteil der zugeführten Nährstoffe in dieser Schicht zurückgehalten. Es reichern sich somit bevorzugt die Nährstoffe an, die durch Düngung zugeführt werden. Für die Mikronährstoffe, die, wenn überhaupt, nur in wesentlich geringeren Mengen gedüngt werden, ergibt sich also ein niedrigerer Anreicherungsfaktor, obwohl von der organischen Substanz auch eine hohe Spurenelementhaltefähigkeit zu erwarten ist (Komplexierung von Schwermetallen).

Hinsichtlich P₂O₅ ist diese Anreicherung auch insofern interessant, als man der organischen Substanz von Böden allgemein nur eine geringe Phosphat-Sorptions-

fähigkeit zuschreibt. Sicherlich spielt hier der Gehalt an austauschbarem Calcium insofern eine Rolle, als sich Calciumphosphate bilden bzw. das Phosphat über das Calcium-Ion an die organische Substanz gebunden wird.

In A1 ist die Vermischung der anfallenden organischen Substanz mit dem Tragschichtsubstrat wegen der Tätigkeit von Regenwürmern (MEHNERT, 1979 b) besser, die schichtweise Anreicherung organischer Pflanzenabfälle und Nährstoffe an der Tragschichtoberfläche somit geringer als auf den übrigen Plätzen.

3. Folgerungen

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß die Bildung von Filzschichten an der Oberfläche von Rasentragschichten zur Anreicherung von Nährstoffen führt. Besonders in Tragschichten, die stark vermagert und daher in der Regel nährstoffärmer sind, könnte dies für Rasengräser ein Anreiz sein, in diesen Schichten zu wurzeln, und dadurch ihren Nährstoffbedarf zu decken, wobei sicherlich auch die Wasserspeicherfähigkeit der Filzschicht bzw. der durch sie hervorgerufene geringere Luftaustausch verstärkend wirkt. Diese Effekte zusammen führen zur Einschränkung des Wachstums tiefergehender Wurzeln der Rasengräser, so daß die Scherfestigkeit des Rasens abnimmt, eine in der Praxis seit langem bekannte Erscheinung. Damit daher die Rasengräser zumindest nicht infolge Nährstoffmangels in der Tragschicht zur Wurzelbildung in der Filzschicht angeregt werden, sollte bei der Anlage oberbodenloser bzw. -armer Tragschichten darauf geachtet werden, daß eine ausreichende, aber auch nicht zu hohe Grunddüngung (Salzschäden!) mit Haupt- und Spurennährstoffen in die gesamte Tiefe der Rasentragschicht eingebracht wird.

Die Untersuchungsergebnisse führen jedoch auch auf Fragen bezüglich der Probenahmetechnik, die anzuwenden ist, wenn der aktuelle Nährstoffvorrat in Rasentragschichten durch entsprechende Bodenuntersuchungen festgestellt werden soll. Die Nährstoffanreicherung, die in den Filzschichten stattfinden kann, führt zu mehr oder weniger starker Erhöhung der durch die Untersuchung angezeigten Nährstoffgehalte, je nachdem, wieviel Filzmaterial in die Probenahme einbezogen wird, bzw. mit wieviel mineralreicherem (und meist nährstoffärmerem) Tragschichtmaterial dieses vermischt wird. Eine exakte Feststellung der Nährstoffgehalte dort, wo diese am meisten interessieren, in der Rasentragschicht nämlich, ist unter diesen Verhältnissen kaum möglich. Es ist daher wohl besser, etwa vorhandene Filzschichten ganz von der Probenahme auszuschließen und nur Material der eigentlichen Rasentragschichten auf Nährstoffe untersuchen zu lassen.

Davon unabhängig ist die Frage der Düngungsmöglichkeit von Rasentragschichten, wenn diese bereits von Filzschichten bedeckt sind. Nach unseren Ergebnissen wird hier in jedem Fall ein gewisser Anteil an Nährstoffen in der Filzaufgabe festgehalten und gelangt daher (zumindest kurz- und mittelfristig) nicht zu den Rasenwurzeln in der Tragschicht. Er ist also nur dann pflanzenverfügbar, wenn – was vermieden werden soll – Rasenwurzeln in die Filzschicht gelangen. Dies ändert sich grundsätzlich nur dann, wenn die Bildung von Filzschichten verhindert wird. Die zu diesem Zweck gebräuchlichen Maßnahmen sind derzeit nicht voll zufriedenstellend, wie die Verhältnisse auf den untersuchten Plätzen, die an sich gut gepflegt werden, zeigen. Wahrscheinlich wird man dieses Problem nur dann ganz lösen können, wenn man den Mikroorganismen des Bodens bessere Umweltbedingungen zum Abbau des abfallenden Rasenschnittgutes schafft. Dies geschieht z. B. dadurch, daß es von größeren Bodentieren in die Rasentragschicht eingearbeitet und mit deren mineralreichem Material vermischt wird, wie dies in A1 durch Regenwürmer mit offensichtlich gutem Erfolg bewerkstelligt wird.

Eine andere, freilich noch zu testende Möglichkeit wäre die, das abfallende Schnittgut von Zeit zu Zeit mit Material abzudecken, das eine gewisse biologische Aktivität aufweist, z. B. Boden/Sand-Mischungen der gleichen Zusammensetzung, wie sie ursprünglich beim Bau der Rasentragschicht Verwendung fanden.

V. Literatur:

BOEKER, P. (1977): Grundsätze für die Erzeugung, Verwertung und Verlegung von Fertigrasen. *Rasen-Turf-Gazon* 8, 128–131.

BÜRING, W. (1979): Folgerungen aus Bodenuntersuchungsergebnissen für die Nährstoffversorgung belasteter Rasenflächen. *Z. Vegetationstechn.* 2, 52–59.

DELLER, B. (1979): Zur Bewertung kalkhaltiger Böden als Rasentragschichtkomponenten. *Rasen-Turf-Gazon* 10, 97–100.

MEHNERT, Cl. (1978): Der Einfluß von Pflege und Belastung auf die Entwicklung verschiedener Pflanzenbestände auf Rasensportplätzen. *Rasen-Turf-Gazon* 9, 72–82.

MEHNERT, Cl. (1979 a): Der Einfluß von Bodenaufbau, Pflege und Belastung auf Bodeneigenschaften einiger Rasensportplätze. *Rasen-Turf-Gazon*, 10, 2–12.

MEHNERT, Cl. (1979 b): Einfluß des Bodenaufbaues von Rasenflächen auf Regenwurmakktivität und Filzbildung. *Z. Vegetationstechn.* 2, 49–51.

MÜHLSCHLEGEL, F. und Cl. 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, 179 S.

SCHACHTSCHABEL, P. (1955): Bestimmung des „aktiven“ Mangans im Boden. Zit. in Methodenbuch Band I des Verbandes Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten. S. 199, Neumann Verlag Radebeul und Berlin.

SCHAEFFER, F. und P. SCHACHTSCHABEL (1976): Lehrbuch der Bodenkunde, 9. Aufl., F. Enke Verlag Stuttgart.

SCHÜLLER, H. (1969): Die CAL-Methode, eine neue Methode zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren P in Böden. *Z. Pflanzenernähr., Bodenkd.* 123, 48–63.

SKIRDE, W. (1974): Ergebnisse zur Narbenfilzanhäufung (thatch) bei Rasenflächen. *Rasen-Turf-Gazon* 5, 105–110.

SPRINGER, U. und J. KLEE (1958): Die gleichzeitige Bestimmung von Kohlenstoff und Stickstoff beim Schnellverfahren nach Springer und Klee. *Z. Pflanzenernähr., Düngg. Bodenkd.* 82, 121–138.

Verfasser:

Dr. B. Deller, Bayerische Hauptversuchsanstalt für Landwirtschaft, Weihenstephan, 8050 Freising 1

Dr. Cl. Mehnert, Lehrstuhl für Grünlandlehre der Technischen Universität München, 8050 Freising 1
