

RASEN

TURF | GAZON

GRÜNFLÄCHEN BEGRÜNNUNGEN

1

76

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

Untersuchungen zur Verwendung von Klärschlamm im Grünflächen- und Sportplatzbau

II. Ergebnisse im Versuchsjahr 1975 *)

W. Skirde, Gießen

Zusammenfassung

Es wird über Ergebnisse im zweiten Versuchsjahr mit Klärschlamm zur Bodenverbesserung und zur Herstellung von Vegetationsschichten zusammen mit Sand berichtet. Die Untersuchungen beziehen sich auf Rasenaspekt, Rasenfarbe, Narbendichte und Belastbarkeit, botanische Zusammensetzung, Rasenzuwachs und Stickstoffzug, Rasenfilzbildung und Wurzelmenge sowie Nährstoffauswaschung.

Bei Verwendung von Klärschlamm zur Bodenverbesserung wurde auch im zweiten Versuchsjahr eine hervorragende Klärschlammwirkung festgestellt. Bei Vegetationsschichten mit Sand hing die Klärschlammwirkung gegenüber einem nährstoffangereicherten Torf — wie im Ansaatjahr — von der Klärschlammherkunft ab. Ein älterer Klärschlamm mit höherem N-Gehalt bewirkte eine deutliche Verbesserung der wichtigsten Raseneigenschaften, während ein jüngerer Klärschlamm 1975 etwa die gleichen Ergebnisse wie nährstoffversorgte Torfe ergab. Im ganzen nahm die Nährstoffwirkung der Torfe 1975 ab, dagegen hielt die „Langzeitwirkung“ von Klärschlamm an. Nährstoffverluste durch Auswaschung traten im Ansaatjahr in extrem hohem Maße bei nährstoffangereichertem Torf ein.

Summary

The article reports the second year's results from using sewage sludge for soil improvement and, mixed with sand, to form root-zones. The following aspects were examined: turf appearance; turf colour; sward density and wear tolerance; botanical composition; turf growth and uptake of nitrogen; formation of turf mat; amount of roots, and leaching of nutrients.

Sludge, when used for soil improvement, still had an outstanding effect in the second trial year. In artificial rootzones with sand the effect of sludge, compared with that of peat enriched with nutrients, depended on the origin of the sludge, as in the sowing year. Older sludge with a higher nitrogen content clearly improved the main turf qualities. Less mature sludge, however, gave the same results in 1975 as nutrient-enriched peats. On the whole the nutritive effect of the peats declined in 1975, whereas the long-term effect of the sludge continued. Nutrient losses by leaching were particularly obvious in nutrient-enriched peat in the year of sowing.

Résumé

L'étude présente les résultats de la deuxième année d'essais portant sur l'emploi de boues d'épuration pour l'amélioration du sol et pour la réalisation de couches de végétation en mélange à du sable. Y sont pris en considération l'aspect des pelouses, leur couleur, la formation et la densité du tapis, sa robustesse, sa composition botanique, sa croissance, les exportations en azote, la pousse des racines et les pertes d'éléments nutritifs par lessivage. Ou a pu constater également pour la deuxième année d'essais un effet excellent des boues d'épuration sur l'amélioration du sol. Pour les couches de végétation réalisées à partir de boue mélangée à du sable l'effet comparé à une tourbe enrichie en éléments fertilisants dépendait — comme déjà constaté pour l'année d'implantation — de l'origine de ces boues. Une boue mûre riche en azote améliora considérablement les qualités dites les plus importantes des gazons, tandis qu'une boue plus récente donna en 1975 à peu près les mêmes résultats que la tourbe enrichie. L'effet fertilisant des tourbes diminua en général en 1975, en comparaison aux boues d'épuration dont l'effet de longue durée persista. On observa dans l'année d'implantation des pertes très importantes en éléments nutritifs par lessivage sur la tourbe enrichie en matières fertilisantes.

Einführung

Im Mittelpunkt dieser Arbeit steht die Frage, ob und in welchem Umfang kommunaler Trockenbeetschlamm zur nachhaltigen Verbesserung von Böden für unbelastete Rasenflächen sowie zur Herstellung von „Rasenböden“ als belastbare Vegetations- und Tragschichten verwendet werden kann. Dabei ist die Wirkung von Klärschlamm als Wasserspeicherstoff, als Nährstoffquelle sowie als bodenphysikalische Komponente zu untersuchen.

Die Bewertung der Wirkung und Nachwirkung von Trockenbeetschlamm als Mittel der Bodenverbesserung und als Zuschlagstoff für Vegetations- und Tragschichten erfolgt indirekt über die Reaktion der Rasendecke wie auch direkt durch Untersuchungen dieser Schichten selbst. Von Interesse erscheint darüber hinaus die Feststellung von Nährstoffauswaschungen, die bei Verwendung großer Klärschlammengen möglicherweise auftreten.

Über die in diesem Zusammenhang im Versuchsjahr 1975 gewonnenen Ergebnisse wird im folgenden berichtet.

Material und Methoden

Die Versuchsdurchführung fand auf der Grundlage der Freilandversuche 1 und 2 statt, die in H. 1/1975 dieser Zeitschrift beschrieben worden sind (SKIRDE 1975). Beide Versuche blieben bis August unberegnert, um das Verhalten der Rasendecke bei Trockenheit zu beobachten. Ab Anfang August wurde die Beregnung bis zu einer Regenperiode in der ersten Septemberhälfte im wöchentlichen Abstand mit 20 l/m² vorgenommen. Ergänzend zu den Versuchen 1 und 2 wurde ein weiterer Freilandversuch (3) angelegt. Er sollte klären, ob mit Hilfe feinerer Sande die im Vorjahr beobachtete rasche Austrocknung der Sand-Klärschlammgemische in Freilandversuch 2 ausgeglichen werden kann. Dieser mit Vegetationsschichten von 6 cm Dicke (verdichtet) angelegte Versuch besteht aus folgenden Versuchsgliedern:

1. 60 Vol.-% Sand 0/4 = Kontrolle
40 Vol.-% Supermanural (Fasertorf)
2. 60 Vol.-% Sand 0/4
40 Vol.-% Trockenbeetschlamm
3. 60 Vol.-% Sand 0/2
40 Vol.-% Trockenbeetschlamm
4. 60 Vol.-% Sand 0/1
40 Vol.-% Trockenbeetschlamm
5. 60 Vol.-% Lavasand 0/3
40 Vol.-% Trockenbeetschlamm.

*) Untersuchungen im Rahmen eines Forschungsauftrages des Bundesinnenministeriums.

Die Aussaat mit 20 g/m² Saatgut aus

40 % Poa pratensis — Parade

35 % Poa pratensis — Merion und

25 % Lolium perenne — Loretta

erfolgte am 4. 8. 1975.

Nach der Ansaat wurde die Versuchsfläche bis zum Aufgang feuchtgehalten.

Der zur Ermittlung von Nährstoffauswaschungen am 15. 4. 1975 angesäte Lysimeterversuch umfaßt 3 Bodenaufbauten, die den Belastungsstufen von Intensivrasen entsprechen. Die für Rasenzwecke hergestellten Lysimeter haben eine Oberfläche von 1,2 m².

Im Rahmen jeder Belastungsstufe wird jeweils eine Kontrolle mit einem Versuchsglied mit Klärschlamm verglichen. Der im Lysimeterversuch sowie in Freilandversuch 3 verwendete Klärschlamm hatte einen Trockenstoffgehalt von rund 50 %. Dieser Wert entspricht etwa dem Trockenstoffgehalt von Supermanural und Supermanural 3+. Der Gehalt an Gesamt-N betrug bei Klärschlamm 1,20 % i. d. TS; er liegt bei Supermanural bzw. bei Supermanural 3+ bei 1,0 bzw. 2,0 % i. d. TS. Zieht man das Volumengewicht von Klärschlamm und Torf zum Vergleich der N-Menge heran, dann gleicht sich der Gehalt an Gesamt-N zwischen Klärschlamm und Supermanural 3+ an.

Die Bodenaufbauten des Lysimeterversuches setzen sich bei 35 cm Mächtigkeit wie folgt zusammen:

1. Bodenaufbau für unbelastete Rasenflächen

1a = lehmreicher Oberboden — ohne Bodenverbesserung

1b = lehmreicher Oberboden — Oberschicht von 10 cm im Vol.-Verhältnis 1:1 mit Klärschlamm verbessert.

2. Bodenaufbau für belastbare Rasenflächen

(Durchlässige Vegetationsschicht von 5 cm Dicke [verdichtet], aufgetragen auf lehmreichen [Unter-]Boden)

2a = 60 Vol.-% Sand 0/4

40 Vol.-% Supermanural 3+ (Fasertorf)

2b = 60 Vol.-% Sand 0/4

40 Vol.-% Klärschlamm

3. Bodenaufbau für Rasensportflächen

(Durchlässige Rasentragschicht von 12 cm Dicke [verdichtet], aufgetragen auf Dränschicht aus Sand 0/4)

3a = 10 Vol.-% Oberboden (s. 1a u. b)

30 Vol.-% Supermanural 3+ (Fasertorf)

20 Vol.-% Sand 0/1

40 Vol.-% Sand 0/4

3b = 10 Vol.-% Oberboden (s. 1a u. b)

30 Vol.-% Klärschlamm

20 Vol.-% Sand 0/1

40 Vol.-% Sand 0/4

Tabelle 1:

Kenndaten der Gemische

Versuchs- glied	pH-Wert	Org.S.(%)	Ges.-N(%)	P ₂ O ₅ (mg)	K ₂ O(mg)
1a	5,2	1,8	0,086	17	29
1b	6,4	6,2	0,316	171	29
2a	4,8	1,8	0,093	48	148
2b	6,2	1,3	0,070	74	8
3a	4,9	1,4	0,078	38	108
3b	6,2	0,9	0,057	58	8

Die Aussaat wurde mit 12 g Saatgut je m² aus 35 % *Poa pratensis*-Parade, 35 % *Poa pratensis*-Enmundi und 30 % *Festuca rubra*-Dawson vorgenommen. Zusatzbewässerung erfolgte in der Saatphase zum Feuchthalten der Aufbauten und später jeweils bei Welkebeginn der Rasendecke. Die verabfolgten Düngermengen betragen am 15. 5. und 20. 10. 1975 je 25 g/m² eines Düngers der Zusammensetzung 20:5:8 % NPK. Das Versuchsglied 1 erhielt darüber hinaus am 20. 6. 1975 eine Zusatzgabe an N von 25 g/m² Kalkammonsalpeter.

Der Gesamtrend der Witterung in der Vegetationsperiode von 1975 war trockener als normal, insbesondere in den Monaten Juni, Juli und August.

Ergebnisse

1. Freilandversuch 1 und 2 – Bodenverbesserung und Vegetationsschichten mit Klärschlamm

1.1. Verhalten der Rasendecke

Obwohl im Ansaatjahr 1974 beträchtliche Unterschiede in der Rasenbildung zu beobachten waren, trat bei allen Versuchsgliedern im gleichen Sommer Narbenschuß ein.

Zusammensetzung der Gemische in Freilandversuch 2

1. 60 % Sand	0/4 + 40 % Torf 1	= Supermanural
2. 60 % Sand	0/4 + 40 % Torf 2	= Supermanural 3+
3. 50 % Sand	0/4 + 50 % Klärschlamm H	= Herkunft Heuchelheim
4. 60 % Sand	0/4 + 40 % Klärschlamm H	= Herkunft Heuchelheim
5. 50 % Sand	0/4 + 30 % Klärschlamm H	= Herkunft Heuchelheim
	+ 20 % Torf 1	= Supermanural
6. 60 % Sand	0/4 + 20 % Klärschlamm H	= Herkunft Heuchelheim
	+ 20 % Torf 1	= Supermanural
7. 50 % Sand	0/4 + 50 % Klärschlamm K	= Herkunft Krofdorf
8. 60 % Sand	0/4 + 40 % Klärschlamm K	= Herkunft Krofdorf
9. 50 % Sand	0/4 + 30 % Klärschlamm K	= Herkunft Krofdorf
	+ 20 % Torf 1	= Supermanural
10. 60 % Sand	0/4 + 20 % Klärschlamm K	= Herkunft Krofdorf
	+ 20 % Torf 1	= Supermanural
11. 60 % Lavasand 0/5	+ 40 % Torf 1	= Supermanural
12. 60 % Lavasand 0/5	+ 40 % Torf 2	= Supermanural 3+
13. 50 % Lavasand 0/5	+ 50 % Klärschlamm H	= Herkunft Heuchelheim
14. 60 % Lavasand 0/5	+ 40 % Klärschlamm H	= Herkunft Heuchelheim
15. 50 % Lavasand 0/5	+ 30 % Klärschlamm H	= Herkunft Heuchelheim
	+ 20 % Torf 1	= Supermanural
16. 60 % Lavasand 0/5	+ 20 % Klärschlamm H	= Herkunft Heuchelheim
	+ 20 % Torf 1	= Supermanural

Die **Narbendichte** hat sich 1975 weiter gefestigt; sie betrug im Frühjahr und Herbst bei allen unbelasteten Versuchsgliedern 100 %. Lediglich bei Stollenbewalzung in Freilandversuch 2 trat bis zum Jahresende eine gewisse Beeinträchtigung der Rasendichte ein, die jedoch weniger von der Zusammensetzung der Vegetationsschicht als von störendem Auftreten von Regenwürmern herrührt. Dadurch reduzierte sich die Rasendichte bei einzelnen Versuchsgliedern auf 95 %. Die Stollenbewalzung wurde am 1. 5. 1975 mit 6 Arbeitsgängen pro Woche aufgenommen und bei einer Sommerpause von 1 Monat bis zur üblichen Winterpause am 15. Dezember durchgeführt.

Im **Rasenaspekt**, der alle Störungen durch Verfärbung oder Abortieren umfaßt, kommen Unterschiede zum Ausdruck, wie sie sich schon im Ansaatjahr andeuteten. In Freilandversuch 1 bewirkte Bodenverbesserung bzw. Bodenanreicherung mit Trockenbeetschlamm der Herkunft Heuchelheim im Jahresmittel eine klare Verbesserung des Rasenaspekts, wobei der Schichteinbau von Klärschlamm mit dünner Boden- oder Lavaüberdeckung bei beiden Düngungsstufen den stärksten Effekt hervorrief (Tab. 2). Der den Aspekt verbessernde Einfluß des Klärschlammes wurde besonders ab Jahresmitte sichtbar. Dafür gibt es vornehmlich 3 Gründe: einmal war das mit *Poa annua* verunreinigte Klärschlamm-Bodengemisch des Versuchsglieds 4 zuvor stärker mit *Fusarium* befallen, zum anderen setzt die Stickstoffwirkung des Klärschlammes erst ab

Frühjahr wieder ein und schließlich zeichneten sich alle Klärschlammzellen in sommerlichen Trockenperioden durch eine bessere Trockenheitsverträglichkeit aus (Tab. 5). Zwischen den Düngungsstufen ergaben sich die bekannten Stickstoffreaktionen, wobei höhere N-Gaben die Unterschiede zwischen den Versuchsgliedern einander angleichen.

In Freilandversuch 2 sind am Rasenaspekt ablesbare Wirkungen der Klärschlammherkunft, der Sandart und der Jahreszeit erkennbar. Wie im Ansaatjahr führte der ältere Klärschlamm aus Krofdorf auch 1975 bei beiden Düngungsstufen zu einem deutlichen besseren Gesamteindruck der Rasendecke, der zum N-Gehalt des Schnittguts in Beziehung steht (Tab. 3, 4 u. 6). Das bedeutet, daß Stickstoff in pflanzenaufnehmbarer Form hier in größerem Umfang als bei der Kontrolle und bei Klärschlamm aus Heuchelheim zur Verfügung stand. Allerdings verbesserte sich der Rasenaspekt bei Heuchelheimer Klärschlamm gegenüber der Kontrolle aus Sand-Torf etwa ab August, sofern das Gemisch aus Lavasand und Klärschlamm bestand. Setzte es sich aus Flußsand und Klärschlamm zusammen, dann glich sich der zuvor schlechtere Rasenaspekt bei Gemischen mit Klärschlamm aus Heuchelheim ab August der Kontrolle an. Dieser Effekt, der mit einem ähnlichen Anstieg des Stickstoffgehalts im Schnittgut einhergeht (Tab. 6), trifft für beide Düngungsstufen zu. Er läßt das Abklingen der Nährstoffwirkung der Torfe Supermanural und Supermanural 3+ von der 2. Hälfte der Vegetationsperiode 1975 an erkennen.

Hierfür sprechen auch die Bonitierungen der **Rasensfarbe**. Sie stehen prinzipiell in Beziehung zum Rasenaspekt, so daß einer weniger gestörten Rasendecke auch eine dunklere Farbe entspricht. So war die Rasensfarbe in Versuch 1 bei Schichteinbau von Klärschlamm dunkler als bei dem Gemisch aus Boden und Klärschlamm, während die unverbesserte Kontrolle die hellste Rasensfarbe aufwies (Tab. 2). In Versuch 2 wurde die weitaus dunkelste Rasensfarbe bei Klärschlamm aus Krofdorf festgestellt, während sie bei Gemischen mit Lavasand etwas dunkler und bei Klärschlamm aus Heuchelheim etwas heller als bei der jeweils vergleichbaren Kontrolle war. Ferner kann auch der Rasensfarbe ein Wirkungsausgleich von Nährstoffnachlieferung aus Torf und Mineralisation aus Klärschlamm der Herkunft Heuchelheim etwa ab Juli-August entnommen werden (Tab. 3 u. 4).

Nicht ohne Einfluß auf die Rasensfarbe blieb die botanische Zusammensetzung des Rasens. So hat das hellgrün-graue *Phleum pratense* durchweg eine hellere Rasensfarbe bewirkt. Vom Versuchsglied abhängige Farbunterschiede bestehen ferner bei allen Gemischen mit Klärschlamm aus Heuchelheim infolge Verunreinigung mit *Poa annua*. Unterschiede in Rasensfarbe und Rasenaspekt, die auf verschiedenen hohe Klärschlammgaben zurückgehen, wurden in Versuch 2 bisher nicht erkennbar.

Während die Ermittlung der Rasensfarbe in Wachstumsperioden vorgenommen wird, enthalten die Angaben über Rasenaspekt auch trockenheitsbedingte Störungen. Eine systematische Bonitierung von **Trockenschäden** ergab nach einer länger einwirkenden Trockenperiode in Versuch 1 eine bessere Trockenheitsverträglichkeit aller mit Klärschlamm verbesserten Flächen gegenüber unverbessertem Boden. Bei der Überdeckung einer Klärschlammsschicht mit Lavasand blieben Trockenschäden sogar ganz aus (Tab. 5). In Versuch 2 war die Trockenheitsresistenz des Rasens bei dem wachstumsmäßig günstigeren Klärschlamm aus Krofdorf gegenüber Sand-Torf deutlich besser und ebenso vermochte Lavasand zusammen mit Klärschlamm aus Heuchelheim die Trockenheitsverträglichkeit gegenüber den vergleichbaren Varianten zu erhöhen. Besonders vorteilhaft auf die Trockenheitsresistenz der Rasendecke wirkten sich schließlich alle Gemische von Klärschlamm und Torf aus.

Neben dem Einfluß der Vegetations- oder Tragschicht auf die Trockenheitsverträglichkeit des Rasens besteht eine Abhängigkeit von seiner Zusammensetzung selbst. Da stark mit *Poa annua* durchsetzte Flächen trockenheitsanfälliger sind, dürfte eine bessere Trockenheitsresistenz der Gemische mit Klärschlamm aus Heuchelheim bisher auch durch diese Verunreinigung verhindert worden sein.

Tabelle 2:

Rasenaspekt und Rasenfarbe in Freilandversuch 1 - 1975																		
Versuchsglied	Rasenaspekt												Rasenfarbe			Mittelwert		
	Monat												Mittelwert					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1-6	7-12	5		7	9
N-Stufe 1																		
1. Kontrolle - Boden	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	4,5	4,0	3,0	4,0	4,0	4,0	3,1	3,9	2,5	4,0	3,5	3,3
2. Klärschlamm mit Bodenüberdeckung	2,5	3,0	3,0	2,0	3,0	3,0	4,0	2,0	1,5	1,5	2,0	3,0	2,5	2,3	3,5	6,0	6,5	5,3
3. Klärschlamm mit Lavaüberdeckung	3,0	3,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	2,6	2,5	3,5	6,0	5,5	5,0
4. Klärschlamm - Bodengemisch	4,0	4,0	3,0	3,0	4,0	3,0	4,0	3,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,5	2,8	2,5	4,5	5,0	4,0
N-Stufe 2																		
1. Kontrolle - Boden	2,0	3,0	2,0	2,0	3,0	3,0	5,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,5	3,3	3,0	5,0	4,0	4,0
2. Klärschlamm mit Bodenüberdeckung	3,0	3,0	2,5	2,5	2,5	3,0	4,0	2,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,7	2,0	5,0	6,0	6,0	5,6
3. Klärschlamm mit Lavaüberdeckung	3,0	3,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	2,0	1,0	1,5	2,0	2,5	2,6	2,0	4,0	5,5	5,0	4,8
4. Klärschlamm - Bodengemisch	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	2,0	1,0	2,0	2,0	3,0	3,3	2,3	4,0	5,0	5,0	4,6

1 = Rasendecke völlig ungestört;
9 = Rasendecke total gestört = verfärbt, abgestorben

1 = sehr hell
9 = sehr dunkelgrün

Tabelle 3:

Rasenaspekt und Rasenfarbe in Freilandversuch 2 - 10 g N/m ²																		
- 1975 -																		
Versuchsglied	Rasenaspekt												Rasenfarbe			Mittelwert		
	Monat												Mittelwert					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1-6	7-12	5		7	10
N-Stufe 1																		
1.	2,5	4,0	2,5	2,5	2,0	3,0	4,0	4,0	3,5	3,5	4,0	4,0	2,7	3,8	3,0	3,5	4,0	3,50
2.	3,0	4,0	3,0	3,0	2,5	2,5	4,0	4,0	3,0	3,5	4,0	4,5	3,0	3,8	3,0	3,5	4,0	3,50
3.	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	4,5	4,0	3,5	4,0	3,5	3,5	3,4	3,8	2,0	2,5	5,0	3,16
4.	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0	4,0	3,5	4,0	4,0	3,5	3,9	4,0	2,0	2,0	4,5	2,83
5.	3,0	3,5	3,5	3,5	2,5	3,0	4,0	4,0	3,5	3,5	4,0	4,0	3,2	3,8	2,5	3,5	4,0	3,33
6.	3,0	3,5	2,5	2,5	3,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	2,5	3,0	3,5	3,00
7.	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,2	2,3	3,5	4,5	8,0	5,33
8.	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,5	3,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,2	2,6	4,0	4,5	7,5	5,33
9.	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	1,5	3,0	3,0	2,0	2,5	2,5	3,0	2,1	2,1	4,0	5,0	7,0	5,33
10.	2,5	3,0	2,0	2,0	2,5	3,0	3,5	2,5	3,0	3,0	3,5	3,5	2,5	3,2	3,0	4,0	7,0	4,66
11.	3,0	3,5	2,5	2,5	2,5	3,5	4,0	3,5	4,0	4,0	5,0	5,0	2,9	4,2	3,0	3,5	3,5	3,33
12.	3,0	3,5	3,0	3,0	2,0	3,0	4,0	4,0	3,5	4,0	5,0	4,5	2,9	4,2	3,0	3,5	4,0	3,50
13.	3,0	3,5	2,5	2,5	2,5	3,5	4,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	2,9	3,7	3,0	3,0	5,0	3,67
14.	3,0	3,0	2,5	2,5	2,5	3,0	4,0	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	2,7	3,5	3,0	3,5	5,0	3,83
15.	3,0	3,5	2,5	2,5	2,5	3,0	4,0	3,0	3,0	4,5	4,5	4,0	2,8	3,8	2,5	3,5	4,0	3,33
16.	3,0	3,5	2,5	2,5	3,0	3,0	4,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0	2,9	3,7	3,0	3,5	4,0	3,50

Tabelle 4:

Rasenaspekt und Rasenfarbe in Freilandversuch 2 - 20 g N/m ²																		
- 1975 -																		
Versuchsglied	Rasenaspekt												Rasenfarbe			Mittelwert		
	Monat												Mittelwert					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1-6	7-12	5		7	10
N-Stufe 2																		
1.	2,5	3,0	2,0	2,0	2,0	3,0	4,0	4,0	2,5	3,0	4,0	4,0	2,4	3,6	4,5	5,5	4,5	4,83
2.	2,5	3,0	2,0	2,0	2,0	2,5	4,0	4,0	2,5	2,5	2,5	3,0	2,3	3,1	5,0	5,5	5,0	5,17
3.	3,0	3,5	3,5	3,5	3,0	3,5	4,5	4,0	2,5	3,0	3,0	3,5	3,3	3,4	4,0	3,0	5,0	4,00
4.	3,0	3,0	2,5	3,0	3,5	3,5	4,5	4,0	2,5	3,0	3,0	3,5	3,1	3,4	3,5	3,0	4,5	3,67
5.	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,5	4,0	4,0	2,5	3,0	4,0	3,5	2,4	3,5	4,5	4,5	4,0	4,33
6.	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	3,0	4,0	4,0	3,0	3,0	4,0	4,0	2,5	3,7	3,5	4,0	4,0	3,83
7.	2,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	2,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,2	2,0	5,0	6,0	8,0	6,33
8.	2,0	3,0	2,0	2,0	3,0	2,0	3,0	3,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,3	2,2	5,0	6,0	7,5	6,17
9.	2,5	3,0	2,0	2,0	2,5	2,0	3,5	3,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,3	2,2	5,0	6,0	7,0	6,00
10.	2,5	3,0	2,0	2,0	2,0	2,5	3,0	3,5	1,5	2,0	2,5	2,5	2,3	2,5	5,0	5,0	6,5	5,50
11.	2,0	3,0	2,0	2,0	2,5	2,0	4,0	3,5	3,0	3,0	3,5	3,5	2,2	3,4	4,5	5,0	4,0	4,50
12.	2,5	3,0	2,0	2,0	2,0	2,5	4,0	3,0	2,5	3,0	4,0	3,5	2,3	3,3	4,0	5,0	4,0	4,33
13.	3,0	3,0	2,5	2,5	3,5	3,5	4,0	3,5	2,0	2,5	2,5	3,0	3,0	2,9	4,5	4,0	5,0	4,50
14.	3,0	3,0	2,5	2,5	3,5	3,5	4,0	3,5	2,0	2,5	3,0	3,5	3,0	3,1	4,5	3,5	5,0	4,50
15.	3,0	3,0	2,5	2,5	2,5	3,0	4,0	3,0	2,5	2,5	3,0	3,5	2,7	3,1	4,0	4,0	4,0	4,00
16.	3,0	3,0	2,0	2,0	2,5	3,0	4,0	3,0	2,0	2,5	3,0	3,0	2,6	2,9	4,5	5,0	4,0	4,50

Trockenschäden der Rasendecke (% abgestorbene Blattmasse)
4. 8. 1975

Versuchsglied	N-Stufe 1	N-Stufe 2	Mittelwert
Freilandversuch 1			
1.	55	60	57,5
2.	17	1	9,0
3.	0	0	0
4.	25	22	23,5
Freilandversuch 2			
1.	50	62	56,0
2.	60	65	62,5
3.	55	70	62,5
4.	65	70	67,5
5.	50	33	41,5
6.	30	45	37,5
7.	25	37	31,0
8.	25	55	40,0
9.	30	22	26,0
10.	27	18	22,5
11.	30	32	26,0
12.	22	25	23,5
13.	15	30	22,5
14.	10	30	20,0
15.	13	15	14,0
16.	22	15	18,5

1.2. Botanische Zusammensetzung der Rasendecke

Die botanische Zusammensetzung der Rasendecke wurde 1975 noch stark durch die unterschiedliche Verunreinigung mit *Poa annua* bestimmt, die auf die Klärschlammherkunft Heuchelheim zurückgeht. Allerdings hat sich der Anteil an *Poa annua* infolge Trockenheit und Verzicht auf Beregnung bis Anfang August 1975 erheblich verringert. Deshalb wird das Narbenbild in Versuch 1 durch Dominanz von 40 bis 50% *Poa pratensis* geprägt. *Cynosurus cristatus* hat gegenüber dem Vorjahr in bekannter Weise abgenommen, während *Festuca rubra* einen Anteilzuwachs aufweist. Am stärksten mit *Poa annua* verunreinigt ist die Rasendecke bei Bodenverbesserung mit Klärschlamm 1:1 (Darst. 1).

Auch in Versuch 2 hat *Poa pratensis* bei den einzelnen Versuchsgruppen etwa in der Relation des Ansaatjahres zugenommen, während der Rückgang von *Cynosurus cristatus* in Beziehung zur Stickstoffstufe steht (Darst. 2 u. 3). Auffallend erscheint das Vordringen von *Phleum pratense* auf *Poa annua*-verunreinigtem Klärschlamm aus Heuchelheim, während

sich *Festuca rubra* hier auch 1975 nur wenig ausbreiten konnte. So bleibt als bemerkenswertes Ergebnis der botanischen Entwicklung die begonnene „Selbstbereinigung“ von *Poa annua* festzuhalten und nachzutragen, daß das Auftreten „anderer Fremdarten“ weitgehend auf Saatgutverunreinigung durch *Lolium perenne* zurückgeht.

1.3. Rasenzuwachs und Stickstoffgehalt des Schnittgutes

Bei dem durch Aufwuchsmessung vor jedem Schnitt ermittelten **Rasenzuwachs** haben sich in Freilandversuch 1 die gleichen Unterschiede zwischen den Versuchsgliedern wie im Vorjahr ergeben, wenn auch nivelliert (Darst. 4). Der geringste Zuwachs trat bei beiden Düngungen bei der Kontrolle ein, der höchste stets bei Schichteinbau von Klärschlamm mit Boden- oder Lavaüberdeckung. Auch in Versuch 2 zeigten sich ähnliche Reaktionen wie im Vorjahr, indem die Vegetationsschichten mit Klärschlamm aus Krofdorf gegenüber der Kontrolle wiederum einen weitaus höheren Zuwachs ergaben. Klärschlamm aus Heuchelheim hat 1975 den Rasenzuwachs der vergleichbaren Kontrollparzellen im Mittel erreicht, wobei die Gemische mit Lavasand jedoch einen besseren Wachstumseffekt als mit Flußsand aufweisen (Darst. 5). Dies deutet auf günstigere Mineralisationsbedingungen bei Verwendung von Lavasand hin, wie sie bereits bei Rasenaspekt und Rasenfarbe zum Ausdruck kamen.

Innerhalb einer Klärschlammgruppe lassen sich noch keine sicheren Differenzierungen vornehmen. Auch die N-Stufe blieb darauf bisher ohne Einfluß. Sie hat in Freilandversuch 1 ohnehin kaum zu Zuwachsunterschieden beigetragen, in Versuch 2 aber Zuwachserhöhungen von 15 bis 20% bewirkt.

Durch die bei Düngungsstufe 1 des Freilandversuches 2 vorgenommene Ermittlung des **Schnittgutanzfalls** werden die Ergebnisse der Zuwachsmessungen präzisiert. Im Mittel der Versuchsgliedgruppen ergibt sich eine größere Zuwachseleistung praktisch aller Vegetationsschichten mit Klärschlamm und es bestätigt sich die bessere Wirksamkeit der Herkunft Krofdorf und der Gemische mit Lavasand. Weiterhin deutet sich eine bessere Zuwachsförderung des Gemisches aus 30% Klärschlamm, 20% Torf und 50% Sand an (Versuchsglied 5, 9, 15 in Darst. 6).

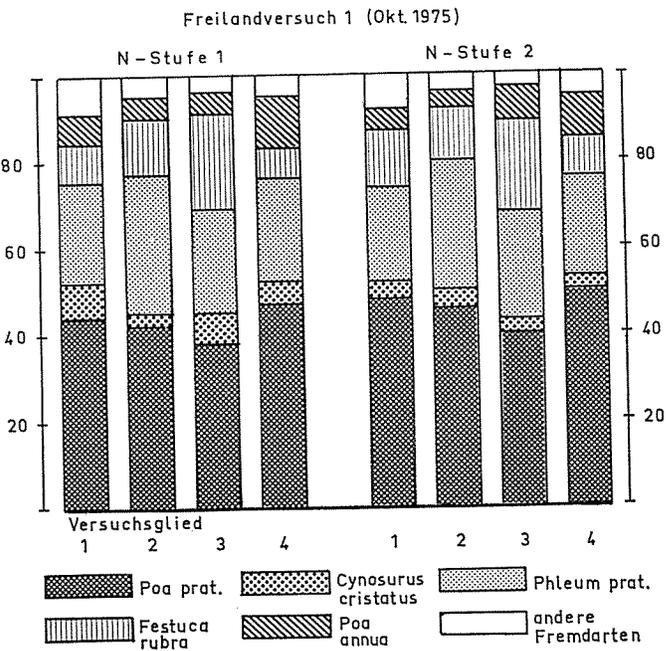
Die Stickstoffanalysen des Rasenschnittgutes erklären die bisher dargestellten Ergebnisse. Der **Stickstoffgehalt** des Schnittgutes lag bei Krofdorfer Klärschlamm in der Regel höher als bei der Kontrolle. Auch bei Gemischen mit Lavasand wurden höhere N-Werte als mit Flußsand ermittelt. Außerdem ist ein Anstieg des N-Gehalts im Schnittgut gegenüber der Kontrolle bei Heuchelheimer Klärschlamm und Flußsand ab der zweiten Jahreshälfte 1975 festzustellen. Damit schließt sich die N-Wirkung des Klärschlammes offensichtlich der von August bis zum Eintritt der Herbstniederschläge systematisch durchgeführten Beregnung an (Tab. 6).

Berechnet man auf der Grundlage von Schnittgutanzfall und N-Gehalt abschließend den **Stickstoffentzug** durch Rasenzuwachs, dann ergibt sich folgendes Bild: Auf den Vegetationsschichten mit Klärschlamm aus Krofdorf lag der N-Entzug um 25% über den anderen Varianten. Auch Klärschlamm aus Heuchelheim führte 1975 im allgemeinen zu einem höheren N-Entzug als bei den Kontrollvarianten, wobei Lavasand durchweg größere Entzugswerte ergab. Auch innerhalb der Versuchsgruppen bestehen eindeutige Unterschiede, indem das Gemisch aus 30% Klärschlamm, 20% Torf und 50% Sand im N-Entzug stets an erster Stelle lag (Darst. 7).

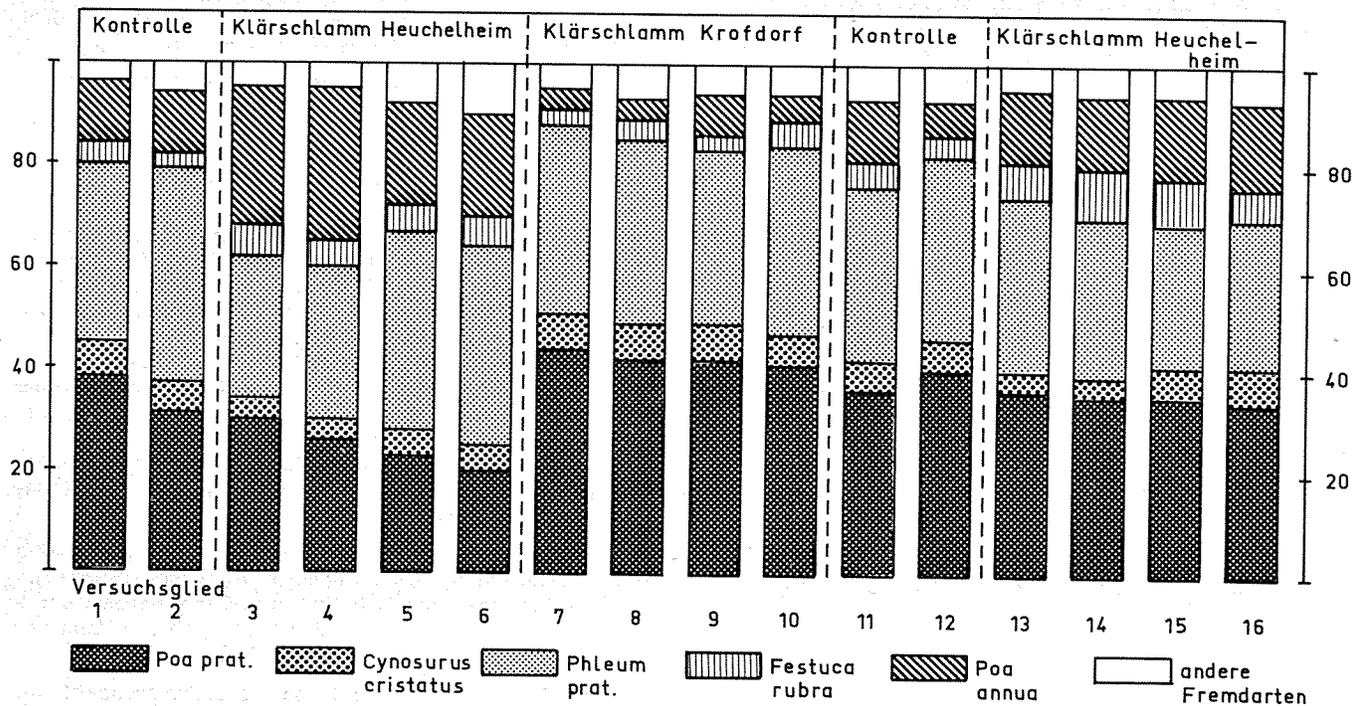
1.4. Schichtdicke, Narbensubstanz und Rasenbewurzelung

Die von Rasen gebildete Biomasse besteht nur zum Teil aus Schnittgut, dagegen überwiegend aus Narbensubstanz und Wurzeln. Sie setzt sich aus über dem Boden gebildeten und unter der Schnitthöhe verbleibenden Blattrückständen, Triebansätzen und Bestockungsknoten sowie aus Rhizomen und Stolonen zusammen. Diese Narbensubstanz, in der sich auch über dem Boden gebildete Wurzeln befinden, entspricht dem „Rasenfilz“, der sich besonders in Trockenlagen und auf grundwasserfernen Böden in Abhängigkeit von Grasart und Düngung anhäuft. Unter günstigen Umsetzungsbedingungen wird Narbensubstanz weitgehend mineralisiert (SKIRDE 1974). Während die Bestimmung der Narbensubstanz durch Abtren-

Darst. 1: Botanische Zusammensetzung der Rasendecke (in%)



Darst. 2: Botanische Zusammensetzung der Rasendecke (in%) – Freilandversuch 2
N-Stufe 1 (Okt.1975)



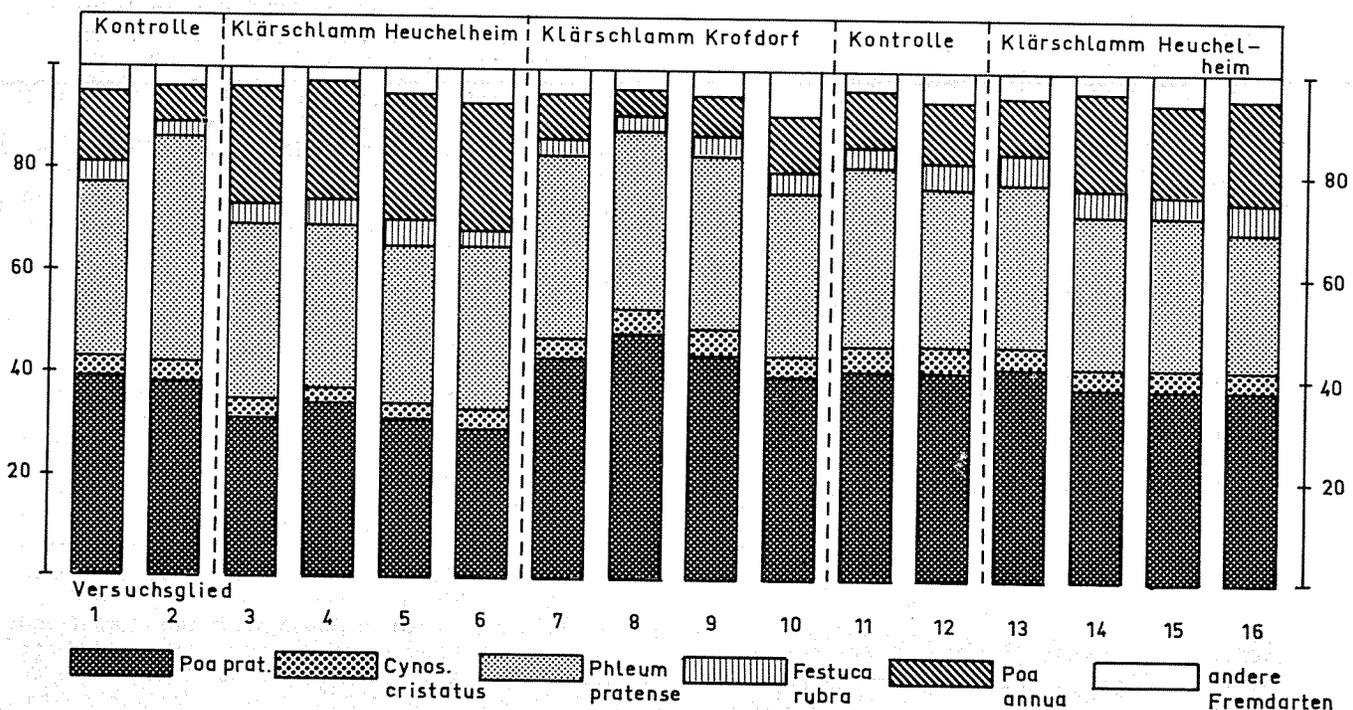
nung der Sproßregion auf der Bodenoberfläche geschieht, wird die Wurzelmasse durch Auswaschung von Bodenkernen ermittelt.

Die in Versuch 2 durchgeführten Untersuchungen ließen es angebracht erscheinen, die Wurzelmenge unabhängig von der Schichtdicke in der hergestellten Vegetationsschicht und in einer 5 cm dicken Bodenschicht unter der aufgetragenen Vegetationsschicht zu ermitteln (Tab. 7). Die Messung der Dicke der Vegetationsschicht ergab Grenzwerte von 5,45 und 6,83 cm, ohne Beziehungen zu bestimmten Varianten erkennen zu lassen. Damit gehen die Streuungen der Schichtdicke

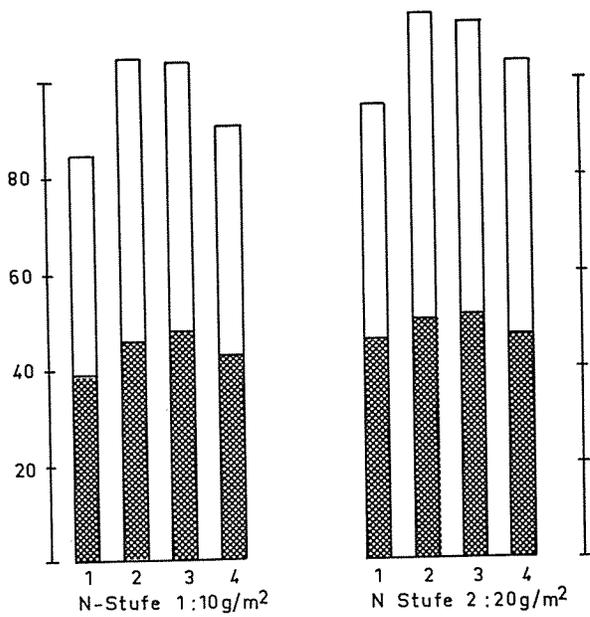
weitestgehend auf Abweichungen bei der Herstellung des Bodenplanums unter der Vegetationsschicht, auf unterschiedliche Nachverdichtung und auf Starkregeneinflüsse nach der Versuchsanlage zurück, da die Schichtdicke im Mittel der Herstellungsdicke entspricht.

Die Bestimmung von Narbensubstanz und Wurzelmenge läßt wegen der Schwankung der Einzelergebnisse noch keine klare Schlußfolgerung auf versuchsgliedbedingte Abweichungen zu. Es läßt sich lediglich der Hinweis auf weniger Narbensubstanz bei Gemischen mit Klärschlamm gegenüber Sand-Torf entnehmen. Interessant erscheinen aber die bis

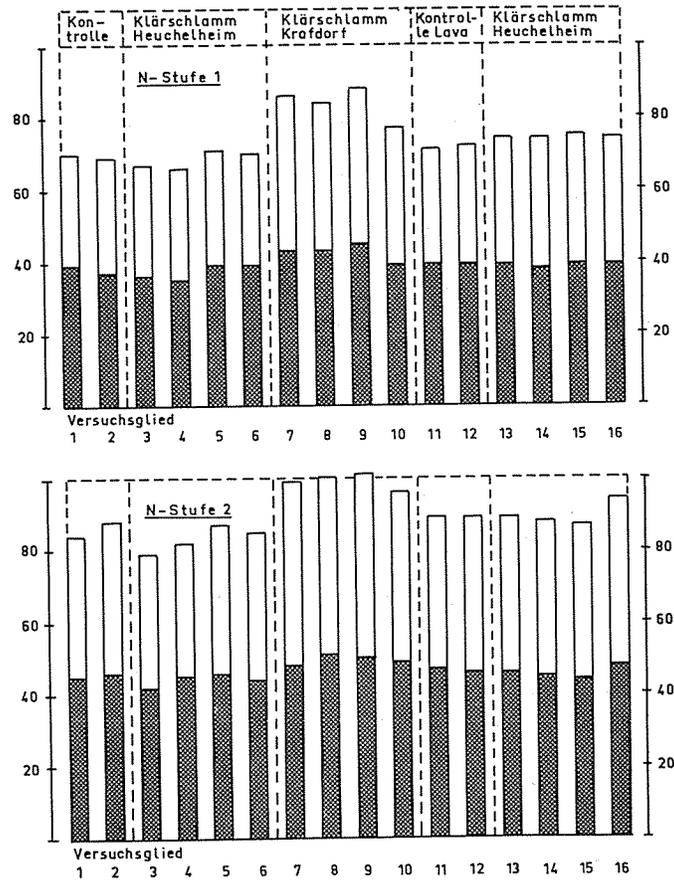
Darst. 3: Botanische Zusammensetzung der Rasendecke (in%) – Freilandversuch 2
N-Stufe 2 (Okt.1975)



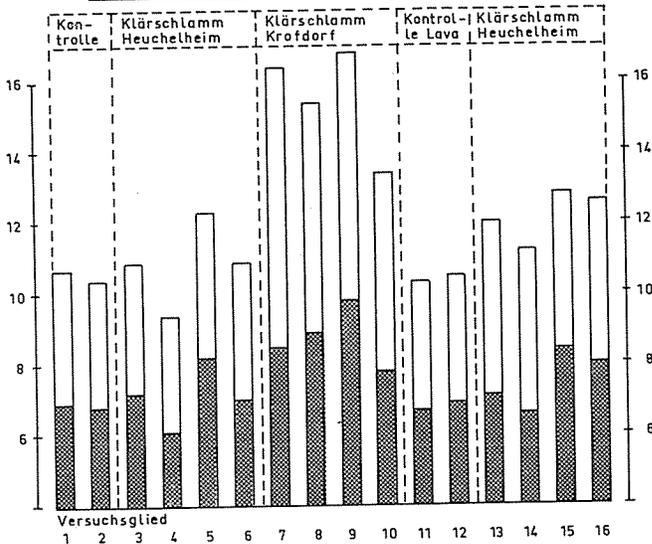
Darst 4: Rasenzuwachs (in cm) in Freilandversuch 1
(April-Juni u. Juli-Okt.1975)



Darst 5: Rasenzuwachs (in cm) in Freilandversuch 2
(April-Juni u. Juli-Okt.1975)



Darst 7: Stickstoffentzug (in g/m²N) durch Rasenschnittgut
in Freilandversuch 2, N-Stufe 1 (April-Juni, Juli-Okt.1975)



Darst 6: Schnittgutverlust (in g/m² TM) in Freilandversuch 2
N-Stufe 1 (April-Juni u. Juli-Okt.1975)

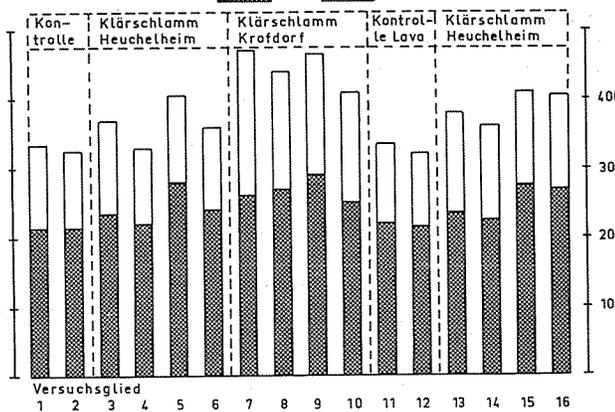


Tabelle 6:

Stickstoffgehalt (i. % TM) des Rasenschnittguts in Freilandversuch 2 - N-Stufe 1

Vers. Glied	Schnittzeitpunkt:													Mittelwert April-Juni	Mittelwert Juli-Novemb.						
	14.4.	24.4.	2.5.	9.5.	18.5.	22.5.	30.5.	19.6.	27.6.	14.7.	11.8.	21.8.	28.8.			4.9.	9.9.	15.9.	26.9.	10.10.	31.10.
1.	3,59	3,30	3,14	3,20	3,73	2,94	3,06	2,75	2,84	2,87	3,15	3,47	2,93	3,54	3,48	3,40	3,61	3,34	3,27	3,17	3,31
2.	3,54	3,34	2,91	3,21	3,50	3,10	3,09	2,86	2,73	2,95	3,32	3,54	3,21	3,42	3,84	3,45	3,50	3,19	3,32	3,14	3,37
3.	3,60	2,95	2,70	2,83	3,07	2,73	2,84	2,08	2,53	2,57	3,25	3,50	3,25	3,63	3,63	3,07	3,72	3,47	3,31	2,81	3,34
4.	3,45	2,93	2,74	2,81	3,00	2,73	2,80	2,11	2,46	2,42	2,94	3,56	3,20	3,70	3,65	3,38	3,69	3,38	3,43	2,78	3,34
5.	3,52	3,10	2,96	3,10	3,17	2,87	2,96	2,18	2,47	2,62	3,24	3,41	3,06	3,48	3,55	3,42	3,74	3,20	3,41	2,93	3,31
6.	3,53	3,10	2,90	3,10	3,24	2,84	2,94	2,25	2,57	2,67	3,22	3,41	3,04	3,54	3,37	3,32	3,51	2,98	3,19	2,94	3,23
7.	3,69	3,41	3,22	3,56	3,64	3,18	3,23	2,73	2,88	3,04	3,61	3,74	3,42	3,82	3,98	3,90	4,24	3,52	4,10	3,28	3,74
8.	3,73	3,43	3,28	3,44	3,65	3,14	3,23	2,77	2,95	2,96	3,53	3,72	3,55	3,72	3,94	3,82	4,01	3,98	3,86	3,29	3,71
9.	3,83	3,76	3,36	3,70	3,92	3,38	3,43	2,90	3,13	3,01	3,47	3,80	3,42	3,95	3,92	3,82	4,29	3,83	3,73	3,49	3,72
10.	3,49	3,12	3,05	3,28	3,39	3,06	2,97	2,62	2,78	2,73	3,39	3,56	3,26	3,60	3,77	3,65	3,96	3,59	3,55	3,08	3,51
11.	3,53	3,32	3,11	3,29	3,17	2,87	2,83	2,67	2,53	2,70	3,29	3,56	2,93	3,57	3,36	3,25	3,68	3,00	3,16	3,04	3,25
12.	3,69	3,46	3,21	3,56	3,48	3,10	2,95	2,81	2,77	2,75	3,53	3,59	3,14	3,56	3,39	3,30	3,50	3,12	3,55	3,23	3,34
13.	3,47	3,30	2,71	3,22	3,19	2,84	2,89	2,60	2,62	2,58	3,73	3,76	3,27	3,62	3,57	3,39	3,82	3,28	3,43	2,98	3,45
14.	3,54	3,19	2,85	3,18	3,06	2,81	2,87	2,54	2,51	2,42	3,72	3,72	3,27	3,60	3,58	3,36	3,60	3,18	3,31	2,95	3,38
15.	3,73	3,29	3,03	3,29	3,06	2,95	2,98	2,62	2,50	2,52	3,62	3,55	3,07	3,68	3,43	3,36	3,50	3,06	3,27	3,05	3,31
16.	3,39	3,19	2,87	3,13	3,19	2,89	3,03	2,61	2,51	2,59	3,60	3,54	3,23	3,66	3,31	3,49	3,76	3,18	3,29	2,98	3,37

Tabelle 7:

Schichtdicke, Narbensubstanz und Wurzelmasse in Freilandversuch 2

(Oktober 1975)

Versuchsglied	Dicke d. Vegetations-schicht in cm		Narbensubstanz i. g TM je m ²		Wurzelmasse i. g TM je m ² i. d. Vegetations-schicht		Wurzelmasse i. g TM je m ² in 5 cm Boden unter Vegetationsschicht	
	N-Stufe 1	N-Stufe 2	N-Stufe 1	N-Stufe 2	N-Stufe 1	N-Stufe 2	N-Stufe 1	N-Stufe 2
1	6,05	6,28	2430	2532	717	362		
2	5,95	6,00	2610	2602	325	475	95	98
3	6,15	6,33	2251	2102	655	442	101	90
4	5,70	6,05	2388	2175	465	555	90	93
5	6,03	6,48	2182	2765	597	485	83	118
6	5,95	5,95	2077	2080	470	357	95	85
7	5,65	5,93	2065	2082	410	290		
8	6,38	5,83	2467	2020	312	295	88	88
9	6,33	5,83	1737	1875	330	282	90	105
10	6,53	5,65	1940	2612	597	367	85	80
11	5,83	6,96	2300	2452	430	592	102	135
12	6,23	5,48	2410	2350	430	392	83	95
13							90	70
14	6,83	6,48	2080	1997	737	602	88	70
15	6,33	6,58	1835	2450	400	505	68	60
16	6,10	6,23	2158	2340	392	532	90	80
	6,40	5,45	1935	2450	322	585	80	95

Ende der zweiten Vegetationsperiode gebildeten Gesamtstoffmengen. Danach entspricht die 1975 festgestellte Wurzelmenge etwa dem Schnittgutanfall des gleichen Jahres, die ermittelte Narbensubstanz liegt aber um ein mehrfaches höher.

2. Freilandversuch 3 — Sandkörnungen mit Klärschlamm

In Freilandversuch 3 sollte versucht werden, die im Vorjahr beobachtete rasche Austrocknung von Klärschlammgemischen durch Sande mit größerer Wasserbindung auszugleichen. Dazu wurden Sande der Korngrößenverteilung 0/1 — 0/2 — 0/3 — 0/4 einschließlich des porösen Lavasandes gewählt.

Durchgeführte Auszählungen ergaben bei in 1 bis 2 tägigem Abstand vorgenommener Befeuchtung den größten Keimpflanzenbesatz auf Lavasand mit Klärschlamm, gefolgt von der Kontrolle aus Sand 0/4 mit Torf (Supermanural) sowie auf Sand 0/2 mit Klärschlamm. Bei Sand 0/4 mit Klärschlamm lag die Keimdichte deutlich niedriger, die geringste Keimpflanzenzahl war aber auf Sand 0/1 festzustellen (Tab. 8). Folglich wurde die Samenkeimung sowohl durch raschere Austrocknung von grobem Sand (0/4) mit Klärschlamm als auch durch Vernässung mit gestörter Durchlüftung infolge zu starker Wasserbindung bei Sand 0/1 gestört.

Auf die Rasenbildung blieb die Keimdichte, außer bei der ersten Bonitierung der Bodenbedeckung, fast ohne Einfluß. Sie verlief bei den Versuchsgliedern 2 bis 5 fast gleich, bei der Kontrolle aus Sand und Torf (1) dagegen wesentlich schneller (Darst. 8). Als Ursache wird die Nährstoffwirkung von Supermanural angesehen, die bei Klärschlamm anfänglich weitaus weniger besteht. In einem Wiederholungsversuch wird diese Fragestellung deshalb auch gegenüber Torf ohne Nährstoffanreicherung zu untersuchen sein.

3. Lysimeterversuch zur Ermittlung von Nährstoffverlusten

Die bessere Wirkung eines mit Nährstoffen angereicherten Torfes auf Rasenbildung und Zuwachs geht auch aus dem im April 1975 zur Ermittlung von Nährstoffauswaschungen angelegten Lysimeterversuch hervor. Hier trat bei etwa gleicher

Darst. 8: Verlauf der Rasenbildung (in % der Bodenbedeckung) im Lysimeterversuch 1975

- Aussaat 15. 4. 1975 -

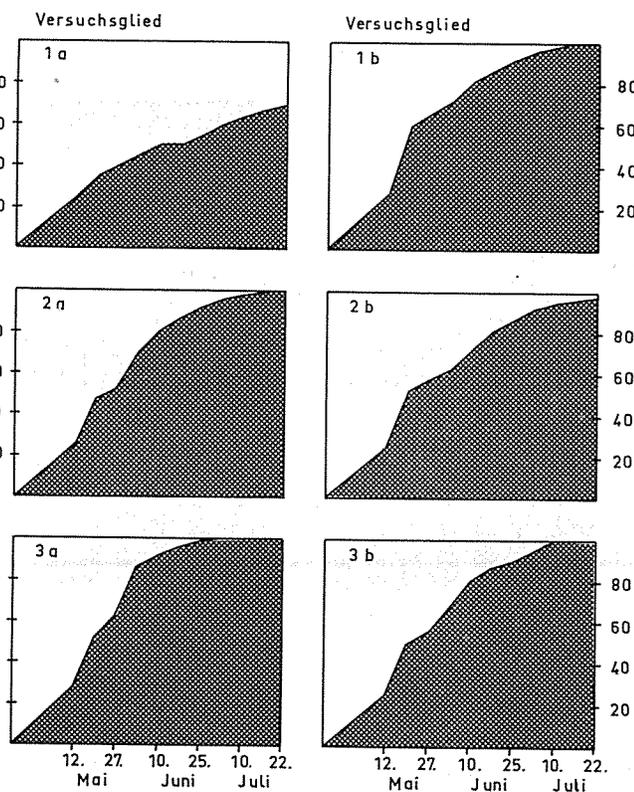


Tabelle 8:

Versuchsglied	Aufgang und Rasenbildung bei Sand-Klärschlammgemischen		Bodenbedeckung der Ansaat (i. %) Tage nach der Saat					
	Keimpflanzen je 100 cm ² 10 Tage nach Aussaat	15 Tage nach Aussaat	18	25	30	38	45	52
1. 60 Vol.-% Sand 0/4 40 Vol.-% Supermanural	122	192	27	65	92	96	99	100
2. 60 Vol.-% Sand 0/4 40 Vol.-% Trockenbeetschlamm	97	137	12	42	70	88	97	100
3. 60 Vol.-% Sand 0/2 40 Vol.-% Trockenbeetschlamm	104	183	14	42	67	85	92	100
4. 60 Vol.-% Sand 0/1 40 Vol.-% Trockenbeetschlamm	70	105	16	40	77	83	87	99
5. 60 Vol.-% Lavasand 0/3 40 Vol.-% Trockenbeetschlamm	132	194	20	37	72	87	95	100

Tabelle 9:

Rasenzuwachs (in cm) im Lysimeterversuch
(Ansaat 15. 4. 1975)

Versuchsglied	Jahressumme 1975						
	Mai	Juni	Juli	August	September	Okt./Nov.	
1 a = Oberboden ohne Verbesserung	4,3	6,3	8,4	7,5	7,2	5,0	38,7
1 b = Oberboden mit Klärschlammverbesserung der Oberschicht 1 : 1	8,0	18,1	21,9	23,7	20,7	14,9	107,3
2 a = 5 cm Vegetationsschicht mit Supermanural 3 +	8,6	22,7	23,1	23,6	20,0	11,2	109,2
2 b = 5 cm Vegetationsschicht mit Klärschlamm	5,0	8,8	10,4	10,1	10,4	7,3	52,0
3 a = 12 cm Tragschicht mit Supermanural 3 +	12,1	26,7	24,0	25,0	21,6	13,5	122,9
3 b = 12 cm Tragschicht mit Klärschlamm	6,8	16,3	21,4	20,2	14,7	10,1	89,0

Anfangsentwicklung aller Varianten Narbenschluf zuerst bei den Versuchsgliedern mit Supermanural 3+ ein (Darst. 8). Bemerkenswert erscheint der Effekt der Bodenverbesserung mit Klärschlamm bei Versuchsglied 1b, der später zu einer weitaus größeren Zuwachsleistung als bei der Kontrolle (1a) aus zwar wertvollem, doch leicht verschlämmbarem Oberboden führte.

Sie reichte fast an die mit Supermanural 3+ hergestellten Gemische der Versuchsglieder 2a und 3a heran und übertraf die Aufwuchsleistung der Gemische mit Klärschlamm wesentlich (Tab. 9). Daraus wird insbesondere auf eine Verbesserung der physikalischen Bodeneigenschaften als Grundlage günstiger Rasenbedingungen geschlossen. Unterschiede zwischen den Versuchsgliedern 2 und 3 stehen in Beziehung zu den bei verschiedener Schichtdicke eingebauten unterschiedlichen Mengen an Torf und Klärschlamm.

Wenn derartige Wirkungsdifferenzen zwischen Vegetationsschichten mit Torf und Klärschlamm im Ansaatjahr 1974 des Freilandversuchs 2 nicht in gleicher Weise auftraten, so geht dies auf die beim Lysimeterversuch geänderte Düngungsweise zurück. Da hier nach Aufgang lediglich eine Startdüngung gegeben wurde und die nächste Düngung, mit Ausnahme von Versuchsglied 1a, erst zu Vegetationsende erfolgte, wurde eine düngungsbedingte Egalisierung der Wirkung beider Zuschlagstoffe verhindert.

Zur eigentlichen Versuchsfrage der Nährstoffauswaschung wird an dieser Stelle nur zusammenfassend berichtet. Für das Anlagejahr ergeben sich 3 Schlußfolgerungen, die die einzelnen Nährstoffe, die Art der organischen Zuschlagstoffe und den Bodenaufbau betreffen (Tab. 10).

Der Nährstoffauswaschung unterlagen besonders Stickstoff und Kali, während Phosphorsäure sich auch hier als schwer beweglich erwies (u. a. SIEGEL 1972; KRADEL 1972). Dennoch waren bei Supermanural 3+ gewisse Auswaschungsverluste an P_2O_5 festzustellen. Die geringsten Verluste durch Auswaschung ergaben sich bei Bodenaufbau 1 (Oberboden), gefolgt von dem mit einer durchlässigen Vegetationsschicht versehenen Boden in Aufbau 2, während die weitaus höchsten Auswaschungsverluste an Stickstoff und Kali bei Sportfeldaufbau 3 eintraten. Sie lagen bei Supermanural 3+ wiederum um ein Vielfaches höher als bei Klärschlamm, wobei Jahresmengen an Gesamt-N von 10 bzw. 30 und an K_2O von 3,5 bzw. 8,4 g/m² bei den Aufbauten 2a und 3a errechnet wurden. Das sind etwa 18 bzw. 25 und 4 bzw. 5% der durch Supermanural 3+ an N und K_2O zugeführten Mengen. Bei Klärschlamm liegen die Auswaschungsverluste nicht sehr über denen des angereicherten Bodens (Tab. 10).

Im ganzen geht aus den Untersuchungen hervor, daß die Auswaschungsverluste mehr mit Art und Menge des Zuschlagstoffes als mit dem Bodenaufbau in Beziehung stehen. Als Ursache der hohen Nährstoffverluste bei Supermanural 3+ wird dessen Anreicherung mit leichtlöslichem Stickstoff und mit Kali angesehen, während im Klärschlamm eine festere N-Bindung und ein recht niedriger Kaligehalt vorliegt (TIETJEN 1972).

Diskussion der Ergebnisse

Vergleicht man die Ergebnisse des Jahres 1975 mit denen des Ansaatjahres 1974, so haben sich z. T. gleichbleibende, überwiegend jedoch bessere Wirkungen bei den mit Klärschlamm versorgten Versuchsgliedern ergeben. Der von Anbeginn günstigere Wachstumseffekt der Klärschlammherkunft Krofdorf blieb gegenüber den Kontrollvarianten aus Sand und nährstoffangereicherter Torf in Rasenaspekt, Rasenfarbe und Zuwachs erhalten, während diesbezüglich bei dem zuerst wirkungsschwächeren Klärschlamm aus Heuchelheim ab Sommer 1975 eine deutliche Wirkungsverbesserung eintrat. Ursache ist die größer gewordene Stickstoffmobilisierung, die im Anstieg des N-Gehalts im Schnittgut ab August 1975 zum Ausdruck kommt. Gefördert wurde die N-Wirkung durch Lavasand.

Die bessere N-Wirkung hat bei der älteren Klärschlammherkunft aus Krofdorf schließlich zu einem beträchtlich höheren Schnittgutanfall und zu einem größeren N-Entzug als bei Sand-Torf geführt, während sich bei Klärschlamm aus Heuchelheim, abgesehen von dem besseren Effekt mit Lavasand, inzwischen ein Wirkungsausgleich zu Sand-Torf eingestellt hat. Damit erweist sich Trockenbeetschlamm in Vegetationsschichten mit Sand sowie bei Anwendung zur Bodenverbesserung als langsamfließende Nährstoffquelle (VOGEL 1975), deren Wirkung bei „hergestellten Böden“ besonders dann in Erscheinung tritt, wenn der Nährstoffeffekt angereicherter Torfe nachläßt. Das scheint bei „jüngeren“ Klärschlämmen im zweiten Vegetationsjahr der Fall zu sein. Darüber hinaus trägt Klärschlamm nach den Beobachtungen von 1975 zur Verringerung von Trockenschäden an der Rasendecke bei, die besonders bei Gemischen aus Klärschlamm und Torf reduziert wurden.

Die Rasendecke hat bisher im wesentlichen nur die durch „Alterung“ vorgegebene Entwicklung gezeigt, auch konnten noch keine gesicherten Unterschiede in der Wurzelbildung festgestellt werden. Wohl aber deutet sich bei allen Vegetationsschichten mit Klärschlamm eine geringere Rasenfilzbildung als bei Torf an, was auf Unterschiede im pH-Wert beruhen und die verschiedene Trockenheitsanfälligkeit erklären könnte (SKIRDE 1974).

Tabelle 10:

Nährstoffauswaschung im Anlagejahr 1975
(Ansaat: 15. 4. 1975)

Versuchsglied	Nährstoffmenge i. d. Oberschicht i. g/m ² *			Wasserdurchlauf i. l/m ²	Nährstoffauswaschung 1975 i. g/m ²		
	Ges.-N	P ₂ O ₅	K ₂ O		Ges.-N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	1a Boden, unverbessert (10 cm)	152,6	30,2		51,5	125	0,731
1b Bodenverbesserung mit Klärschlamm (10 cm)	412,1	222,9	37,8	89	1,599	0,008	0,229
2a Sand-Torf (Supermanural 3+) (5 cm)	56,8	29,5	91,0	102	9,877	0,106	3,413
2b Sand-Klärschlamm (5 cm)	54,5	53,4	5,8	122	1,072	0,012	0,233
3a Tragschicht m. Supermanural (12 cm)	129,0	62,8	178,6	98	29,722	0,073	8,349
3b Tragschicht m. Klärschlamm (12 cm)	107,1	108,9	15,0	112	4,318	0,008	0,317

*) Berechnung nach Untersuchung von Boden und Gemischen durch die Versuchsanstalt Kassel-Harleshausen

Untersuchungen der Nährstoffauswaschung ergaben relativ geringe Verluste an NPK bei Klärschlamm. Sie liegen wenig über den des nicht verbesserten Bodens. Dagegen war die Auswaschung an N und K₂O bei Anwendung von Supermanural 3+ extrem hoch. Dies geht auf dessen Nährstoffanreicherung, insbesondere mit löslichen N-Verbindungen zurück. Die in Beziehung zum Bodenaufbau ermittelten Sickerverluste haben ihre Ursache primär in verschiedenen Einbaumengen an Zuschlagstoffen und daneben erst in der Durchlässigkeit des Aufbaues (JUNG 1972; KOWALD 1975). Wenn schließlich der Versuch, die im Ansaatjahr beobachtete raschere Austrocknung der Klärschlammgemische durch feinere Sande auszugleichen, zu keinem befriedigenden Ergebnis führte, dann liegt dies wohl an der Nährstoffwirkung des als Kontrolle benutzten Torfes Supermanural. Zwar wurde die Samenkeimung durch besser wasserspeichernde, feinere Sande gefördert, die Rasenbildung blieb bei Klärschlamm jedoch hinter Supermanural zurück. Neue Versuche mit nicht nährstoffangereichertem Torf sind notwendig.

Literatur

- JUNG, J., 1972: Faktoren der Stickstoffauswaschung aus dem Oberboden und Beziehungen zum Gewässerschutz. Landw. Forschung XXV. 337-353.
- KOWALD, R., 1975: Die Filterung von Müllsickerwässern durch verschiedene Bodensubstrate in Lysimetern. Gießener Berichte z. Umweltschutz 5. 121-126.
- KRADEL, J., 1972: Landwirtschaft zwischen Agrarchemikalien und Verbraucherwünschen. BASF - Mitt. f. d. Landbau. Dez. 1972.
- SIEGEL, O., 1972: Düngung und Umweltschutz. Mitt. d. DLG 87. 611-614.
- SKIRDE, W., 1974: Ergebnisse zur Rasenfilzanhäufung (thatch) bei Rasenflächen. RASEN-TURF-GAZON 5. 105-109.
- SKIRDE, W., 1975: Untersuchungen zur Verwendung von Klärschlamm im Grünflächen- und Sportplatzbau. I. Versuchsplanung und Ergebnisse 1974. RASEN-TURF-GAZON 6. 1-11.
- TIETJEN, C., 1972: Klärschlamm-Verwertung. Gießener Berichte z. Umweltschutz 1. 135-144.
- VOGEL, C., 1975: Der Einfluß von Abwasserschläm auf Boden und Pflanze. Gießener Berichte z. Umweltschutz 5. 115-120.

Verfasser: Dr. W. SKIRDE, Justus Liebig-Universität Gießen, Schloßgasse 7, 63 Gießen

Humusbildung und Regulierung des Gehalts an organischer Substanz bei Sportrasen

F. Riem Vis, Haren (Gr)

Zusammenfassung

Unter Verwendung der von Kortleven (1963) entwickelten Formeln werden Ansammlung und Zersetzung von organischer Substanz in Sportrasen beurteilt:

$$\Delta Y = k_1 x - k_2 y$$

und:

$$\frac{y_m - y}{y_m - y_0} = (1 - k_2)^t \approx e^{-k_2 t}$$

hier:

ΔY = jährliche Schwankungen des Gehalts an organischer Substanz

y = Gehalt an organischer Substanz im Boden zum Zeitpunkt „t“ („t“ in Jahren)

y_0 = Gehalt an organischer Substanz im Boden zum Zeitpunkt „t“ = 0

y_m = Gehalt an organischer Substanz im Equilibrium

x = jährliche Versorgung mit organischer Substanz

k_1 = Humifizierungskoeffizient

k_2 = Zersetzungskoeffizient.

Aus Angaben in Veröffentlichungen und aus Versuchen auf Sportrasen am Institut für Bodenfruchtbarkeit ergaben sich für die Schicht von 0-5 cm die folgenden Schätzzahlen:

$k_1 x = 2800$ kg/ha, $x = 9600$ kg/ha, $k_1 = 0,29$;

$y_m = 14\%$ = 70000 kg/ha, $k_2 = 0,04$. Mit Hilfe dieser veränderlichen Hilfsgrößen kann die Humusformel wie folgt vereinfacht werden:

$$10 \log \frac{14 - y}{14 - y_0} = -0,0175 t \quad (y \text{ und } y_0 \text{ in } \% \text{ an Trockenerde}).$$

Der nach dieser Gleichung errechnete Gehalt an organischer Substanz stimmt mit den Versuchsergebnissen bei Sportrasen ziemlich überein.

Wenn ein bestimmter Gehalt an organischer Substanz im Mutterboden (0-5 cm) durch Vermischung mit reinem Sand aufrechterhalten werden soll, dann können die folgenden Gleichungen benutzt werden:

$$\Delta y = -0,054 z - 0,0046 z + 0,343$$

und falls $\Delta y = 0$:

$$0,0046 z = -0,054 y + 0,343$$

hier:

Δy = Veränderungen des Gehalts an organischer Substanz nach 1 Jahr

y = Prozentsatz an organischer Substanz

z = Sandzusatz in m³.ha⁻¹.Jahr⁻¹.

y und y_0 entsprechen dem Prozentsatz an Trockenerde.

Summary

An estimation of accumulation and decomposition of organic matter under sports turf is made using the formulae developed by Kortleven (1963):

$$\Delta Y = k_1 x - k_2 y$$

and:

$$\frac{y_m - y}{y_m - y_0} = (1 - k_2)^t \approx e^{-k_2 t}$$

where:

ΔY = yearly change in organic matter content

y = soil organic matter content at time t (t in years)

y_0 = soil organic matter content at t = 0

y_m = soil organic matter content at state of equilibrium

x = yearly supply of organic matter

k_1 = coefficient of humification

k_2 = coefficient of decomposition

With respect to the 0-5 cm layer the following estimates were obtained from data mentioned in literature and from experiments on sports turf at the Institute for Soil Fertility: $k_1 x = 2800$ kg/ha, $x = 9600$ kg/ha, $k_1 = 0,29$; $y_m = 14\%$ = 70000 kg/ha, $k_2 = 0,04$. Using these parameters the humus formula can be simplified into:

$$10 \log \frac{14 - y}{14 - y_0} = -0,0175 t$$

(y and y_0 as % of dry soil)

Organic matter contents calculated from this equation agreed well with observed data from sports turf experiments.

To maintain the organic matter content of the topsoil (0-5 cm) at a desired level by dressing with pure sand the following equations can be used:

$$\Delta Y = -0,053 y - 0,0046 z + 0,343$$

and if $\Delta Y = 0$:

$$0,0046 z = -0,053 y + 0,343$$

where:

ΔY = change in organic matter content after 1 year

y = percentage organic matter

z = sand supplied in m³.ha⁻¹.year⁻¹.

y and y_0 are expressed as percentages of dry soil

Résumé

A l'aide des données de la littérature et de nos propres expériences nous avons élaboré une approche quantitative du régime humique dans la couche de 0-5 cm des pelouses de sport en utilisant les équations développées par Kortleven (1963):

$$\Delta Y = k_1 x - k_2 y$$

et:

$$\frac{y_m - y}{y_m - y_0} = (1 - k_2)^t \approx e^{-k_2 t}$$

ΔY = changement annuel de la réserve humique

y = réserve humique à l'époque t (t = temps en années)

y_0 = réserve humique initiale

y_m = réserve humique en équilibre

x = apport annuel en matières organiques

k_1 = coefficient d'humification, c.a.d. part de x humifié après une année

k_2 = coefficient de dégradation de l'humus

Pour les pelouses de sport les paramètres suivants peuvent être attribués: $k_1 x = 2800$ kg/ha, $x = 9600$ kg/ha, $k_1 = 0,29$; $y_m = 14\%$ = 70000 kg/ha, $k_2 = 0,04$. Ces paramètres nous permettent de simplifier la formule d'humification:

$$10 \log \frac{14 - y}{14 - y_0} = -0,0175 t \quad (y \text{ en } \% \text{ du sol sec})$$

Les valeurs humiques calculées à l'aide de cette équation correspondent d'une manière satisfaisante à celles obtenues dans nos expériences.

Pour maintenir la teneur en humus à un niveau voulu on peut utiliser la formule:

$$\Delta Y = -0,053 y - 0,0046 z + 0,343$$

lorsque $\Delta Y = 0$:

$$0,0046 z = -0,053 y + 0,343$$

ΔY = changement annuel de la réserve humique

y = teneur en humus en %

z = sable en m³.ha⁻¹.an⁻¹

Einführung

Die Grasnarbe des Sportrasens braucht einen gewissen Gehalt an organischer Substanz für eine gute Entwicklung nach der Einsaat und zur Regeneration nach Schädigung. Die organische Substanz in der Tragschicht erfüllt eine wichtige Rolle bei der Versorgung der Grasnarbe mit Wasser und Nährstoffen. In Zusammenhang mit der Entwässerung des Bodens (BOEKEL, 1975) wird für niederländische Verhältnisse drei bis fünf Prozent organischer Substanz in der Schicht 0–5 cm empfohlen. Aus Literaturangaben und Ergebnissen eigener Untersuchungen werden die Einflüsse, die den Verlauf des Gehalts an organischer Substanz beherrschen, quantitativ geschätzt. Diese Untersuchungen sind in einem Rapport im einzelnen beschrieben (RIEM VIS, 1975).

Die Humusgleichung

KORTLEVEN (1963) studierte die Bildung und den Abbau des Humus bei mineralen Ackerböden und entwickelte nachfolgende Gleichungen:

$$\Delta y = k_1 x - k_2 y = k_2 (y_m - y) ; y_m = \frac{k_1 x}{k_2 y} \quad (1)$$

und

$$\frac{y_m - y}{y_m - y_0} = (1 - k_2)^t \approx e^{-k_2 t} \quad (2)$$

Δy = Änderung des Humusvorrates in einem Jahr

y = Humusvorrat zur Zeit t (t in Jahren)

y_0 = Humusvorrat am Anfang

y_m = Humusvorrat beim Gleichgewicht

x = jährliche Zufuhr an organischer Substanz

k_1 = Humifikationskoeffizient, Teil von x , der nach einem Jahr humifiziert ist

k_2 = Abbaukoeffizient für humifizierte organische Substanz

Jede Menge ist in derselben Einheit auszudrücken, entweder in Prozenten des trockenen Bodens oder in kg/ha.

Es wird angenommen, daß diese Grundlagen auch für Sportrasen gültig sind, wobei allerdings die Parameter k_1 , k_2 und y_m und die Zufuhr an organischer Substanz, x , noch festgestellt werden müssen.

In vorkommenden Fällen wird für die Umrechnung der Gehalte von Prozenten in kg/ha das benötigte Volumengewicht nach der von KORTLEVEN (1970) entwickelten Formel berechnet:

$$\text{Volumengewicht} = 1 : (0,02525 x \% \text{org. Substanz} + 0,6541) \quad (3)$$

Zufuhr der organischen Substanz

Quellen der Zufuhr der organischen Substanz sind bei Sportrasen das Schnittgut, die Grasnarbe und die Graswurzeln. Die produzierten Mengen sind abhängig von der Benutzung und der Pflege (Schnitt und Düngung) des Platzes.

Rasenforschungen ergaben bei einer Düngung mit 200 kg N/ha und Bewalzung mit der Stollenwalze eine jährliche Schnittgutproduktion von 1600 kg Trockensubstanz pro Hektar (RIEM VIS, 1974). Weil das Schnittgut in den Niederlanden im allgemeinen nicht abgeführt wird, wird die gesamte Menge in die Rechnung aufgenommen.

Im Herbst 1974 wurde bei einer Probenahme die Menge an nicht geschnittenem Gras und an unterirdischen Sprossen bestimmt; es wurde im Durchschnitt 5000 kg Trockenmasse je Hektar gefunden. Der Teil dieser Masse, der im Zeitraum von November bis April abstirbt, hängt zusammen mit den Wetterbedingungen und mit der Bespielung des Sportplatzes. Er kann mit 30 bis 100 Prozent angenommen werden.

Die Wurzelmenge wird mitbestimmt durch das Alter der Grasnarbe. Abbildung 1 zeigt den Zusammenhang nach Daten von VAN DER HORST und KAPPEN (1970) und BATES (1948). Nach diesem Zusammenhang beträgt die jährliche Wurzelproduktion in der Schicht 0–5 cm rund 4700 kg/ha. Es wird angenommen, daß diese Produktion in der Zeit anhält und daß endgültig eine gleiche Menge jährlich abstirbt.

Auf Grund dieser Ergebnisse und der von KOLENBRANDER (1974) ermittelten Humifikationskoeffizienten für verschiedene organische Materialien kann für die jährlichen Beiträge zur Humusbildung folgende Rechnung aufgestellt werden:

Schnittgut	0,20 x 1600	=	320 kg/ha
Grasnarbe	0,25 x (1500–5000)	=	375–1250 kg/ha
Graswurzeln	0,35 x 4700	=	1645 kg/ha
			insgesamt 2340–3215 kg/ha

Wurzel-Trockengewicht

(1 Jahr = 100%)

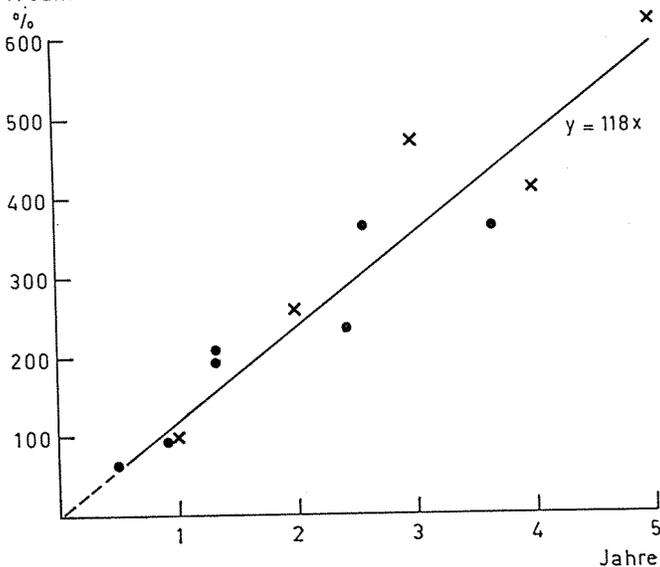


Abb. 1: Einfluß des Alters der Grasnarbe auf die Wurzelmenge.

● Van der Horst und Kappen (1970); 100% = 4000 kg/ha
× Bates (1948)

Die Wurzelmasse liefert den größten Beitrag, der Einfluß des Schnittguts auf die Humusbildung ist von untergeordneter Bedeutung.

Abbau der organischen Substanz im Boden

Zur Ermittlung des Abbaukoeffizienten sind langfristige Bestimmungsserien erforderlich, um die Parameter der Humusformel einigermaßen gesichert feststellen zu können. Der erforderliche Zeitabschnitt hängt zusammen mit dem Abbaukoeffizient selbst, im allgemeinen sind wenigstens 20 Jahre erwünscht. In der Literatur werden Serien erwähnt von RICHARDSON (1938), 't HART (1950), WALKER, THAPA und ADAMS (1959), RUSSELL (1960) und JACKMAN (1964). Die gemeinsamen Untersuchungen von der Niederländischen Sportföderation (NSF), dem Königlichen Niederländischen Fußballbund (KNVB) und der Königlichen Niederländischen Heidegesellschaft (KNHM) auf neun Sportplätzen in den Jahren 1961–1969 (ANONYMUS, 1969) ergaben Daten, die mit Hilfe eines multiplen Regressionsverfahrens eine Schätzung der Parameter ermöglichten. Eine Übersicht der aus dem genannten Schrifttum abgeleiteten Werte für den Abbaukoeffizient k_2 , den Gleichgewichtsgehalt an Humus y_m und die der Zufuhr an organischer Substanz entsprechende Humusanreicherung $k_1 x$, wird in der Tabelle 1 gegeben.

Tabelle 1:

Kennzeichen für den Verlauf des Gehalts an organischer Substanz in der Schicht 0–5 cm bei Rasen

Literaturangabe	k_2	y_m	$k_1 x$ (kg/ha)
Richardson (1938)	0,03	9	1531
't Hart (1950)	0,04	12	2515
Walker, Thapa, Adams (1959)	0,08	15	5809
Russel (1960)	0,03		
Jackman (1964)	0,05		
Anonymus (1969)	0,05	8	2254
Riem Vis (1975)	0,04	14	2800

Verwertung und Prüfung der Ergebnisse

Die Ziffern der letzten Zeile der Tabelle 1 sind zum größten Teil auf den anderen Literaturangaben gegründet. Wenn wir von diesen Daten ausgehen und wenn angenommen wird, daß jährlich zweidrittel der im Herbst vorhandenen Narbenmasse abstirbt, dann bekommen wir folgendes: Die Zufuhr an organischer Substanz beträgt insgesamt 1600 kg Schnittgut + 3300 kg Grasnarbe + 4700 kg Graswurzeln = 9600 kg/ha. Aus $x = 9600$ kg/ha und $k_1 x = 2800$ kg/ha folgt ein Humifikationskoeffizient $k_1 = 0,29$.

Im Gleichgewichtszustand bei $y_m = 14\%$ enthält der Boden in der Schicht 0–5 cm 70 000 kg/ha organische Substanz, wenn das Volumengewicht nach Formel (3) errechnet wird. Werden die ermittelten Parameter in die Humusgleichungen (1) und (2) eingeführt, so wird gefunden:

$$\Delta y = 2800 - 0,04y \quad (\Delta y \text{ und } y \text{ in kg/ha}) \quad (4)$$

und:

$$10 \log \frac{14 - y}{14 - y_0} = -0,0175 t \quad (5)$$

(y und y_0 in Prozent des trockenen Bodens)

Mit Gleichung (5) sind einige Humusgehalte errechnet worden bei den Ausgangszuständen $y_0 = 1\%$ und $y_0 = 3,6\%$. Die Ergebnisse sind den beobachteten Werten einiger Sportplatzversuche gegenübergestellt (Tabelle 2). Die Heterogenität der verarbeiteten Angaben und die Fehler, die die Bestimmung des Gehalts an organischer Substanz belasten in Betracht gezogen, kann die Übereinstimmung der Ergebnisse dort genannt werden.

Tabelle 2:

Errechnete und beobachtete Werte des Gehalts an organischer Substanz im Boden (y) bei Sportplatzversuchen; Schicht 0–5 cm					
t (Jahre)	errechnet		beobachtet		
	%	%	%	%	
0	1,00	0,90	0,90	3,60	3,58
1	1,51	1,83	1,99	4,23	3,58
2	2,01	2,42	2,18	4,62	4,01
3	2,48	3,56	2,76	4,99	4,52
4				5,34	4,96
Versuch (IB-nr.)		1954	1955		1768

Tabelle 3:

Verlauf des Gehalts an organischer Substanz im Boden bei unterschiedlichem Ausgangsniveau und Übersandung (Sportplatzuntersuchungen NSF - KNVB - KNHM); Schicht 0–5 cm)

Sportplatz Nr.	Organische Substanz in %		Steigerung pro Jahr (Δy)	Sand $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot Jahr^{-1}$ (z)
	Januar 1963 (y)			
1	3,43		0,186	0
2	4,18		0,211	0
3	3,47		0,026	36
4	4,28		-0,046	36
5	1,24		0,246	15
6	4,38		-0,082	44
7	4,46		-0,156	44
8	3,65		-0,017	4
9	11,46		-0,610	77

Regulierung des Gehalts an organischer Substanz

Aus den Daten der Untersuchungen von NSF - KNVB - KNHM (Tabelle 3) kann nachstehende Regressionsgleichung ermittelt werden:

$$\Delta y = -0,053 y - 0,0046 z + 0,343 \quad (6)$$

Δy = Änderung des Gehalts an organischer Substanz nach einem Jahr

y = Gehalt an organischer Substanz in der Schicht 0–5 cm in Prozent des trockenen Bodens

z = Sandmenge (humusarm) in $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot Jahr^{-1}$

Der Gehalt an organischer Substanz bleibt konstant wenn:
 $0,0046 z = -0,053 y + 0,343 \quad (7)$

Je niedriger der erwünschte Gehalt, desto größer die erforderliche Sandmenge, um diesen Gehalt zu fixieren. Wenn $y = 5\%$ ist, werden $17 m^3$ und wenn $y = 3\%$ ist, werden $40 m^3$ Sand je Hektar und Jahr benötigt.

Zum Vergleich wurde für einen Boden mit 5% organischer Substanz in der Schicht 0–5 cm der Einfluß einer Übersandung mit $50 m^3/ha$ errechnet, sowohl mit der Regressionsgleichung (6) als auch aus dem Mischungsverhältnis. Die Ergebnisse $-0,15\%$ bzw. $-0,25\%$ für Δy treffen gut zusammen. Beide Methoden ermöglichen eine brauchbare Schätzung der wirklichen Situation.

Zusammenfassung

Aus Literaturangaben und eigenen Untersuchungen wurde eine quantitative Schätzung für den Verlauf des Gehalts an organischer Substanz in der Schicht 0–5 cm bei Sportrasen vorgenommen. Dazu sind die von KORTLEVEN (1963) entwickelten Humusgleichungen (1) und (2) benutzt worden.

Die für die Verhältnisse der Sportplätze ermittelten Werte der Parameter waren: $k_1 x = 2800 \text{ kg/ha}$, $x = 9600 \text{ kg/ha}$, $k_1 = 0,29$; $y_{III} = 14\%$ = $70\,000 \text{ kg/ha}$, $k_2 = 0,04$. Einführung dieser Werte in die Humusgleichung ergab Gleichung (5). Mit dieser Gleichung errechnete und bei Sportrasenversuchen beobachtete Gehalte an organischer Substanz im Boden zeigten eine gute Übereinstimmung.

Für den Einfluß des Übersandens wurde Gleichung (6) gefunden und, wenn ein konstanter Gehalt an organischer Substanz angestrebt wird, Gleichung (7).

Literatur

- ANONYMUS, 1969: NSF - KNVB - KNHM. Verslag van het onderzoek naar de aanleg en het onderhoud, de ontwikkeling en de bruikbaarheid van 9 sportvelden gedurende de eerste 5 jaren. Deel 1 en 2, 87 pp., tab., fig.
- BATES, G. H., 1948: An investigation into the cause and prevention of deterioration of leys. J. Br. Grassl. Soc. 3. 177–184.
- BOEKEL, P., 1975: Het fysisch milieu van grasvelden voor recreatief gebruik en de doeleinden van grondverbetering. In: M. Hoogerkamp en J. W. Minderhoud (Red.), Grasveldkunde. Pudoc, Wageningen, 1975.
- 't HART, M. L., 1950: Organische stof en grasland. Landbouwk. Tijdschr. 62. 532–542.
- VAN DER HORST, J. P. und KAPPEN, L. M., 1970: Bewurzelung von Rasengräsern. Rasen - Turf - Gazon 1. 15–16.
- JACKMAN, R. H., 1964: Accumulation of organic matter in some New Zealand soils under permanent pasture. N. Z. J. Agric. Res. 7. 445–471.
- KOLENBRANDER, G. J., 1974: Efficiency of organic manure in increasing soil organic matter content. Trans. 10th Int. Congr. Soil Sci. II. 129–136.
- KORTLEVEN, J., 1963: Kwantitative aspecten van humusopbouw en humusafbraak. Versl. Landbouwk. Onderz. 69. 1. 109 pp.
- KORTLEVEN, J., 1970: Volumengewicht, poriënvolumen en humusgehalte. Inst. Bodemvruchtbaarheid, C 7759: 11 pp., tab., fig.
- RICHARDSON, H. L., 1938: The nitrogen cycle in grassland soils with special reference to the Rothamsted parkgrass experiment. J. Agric. Sci. 28. 73–121.
- RIEM VIS, F., 1974: Düngungsversuche bei Sportrasen. Rasen - Turf - Gazon 5. 73–75.
- RIEM VIS, F., 1975: De organische-stofhuishouding van grassportvelden. Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 3–75.
- RUSSEL, J. S., 1962: Estimation of the time factor in soil organic matter equilibration under pastures. Trans. Int. Soc. Soil Sci., Jt. Meet. Comm. IV, V, pp. 191–196.
- WALKER, T. W., THAPA, B. K. and ADAMS, A. F. R., 1959: Studies on soil organic matter: 3. Accumulation of carbon, nitrogen, sulfur, organic and total phosphorus in improved grassland soils. Soil Sci. 87. 135–140.

Verfasser: F. Riem Vis, Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren (Gr)/Niederlande

Results of turf trials in Ariamehr Botanical Garden*)

A. Khalighy, Teheran **)

Summary

In May, 1974, seed of 9 grass cultivars and 3 grass mixtures was sown on plots 2 x 4 m in a variety testing experiment with a randomized complete-block design. The species used were *Poa pratensis* L., *Lolium perenne* L., *Festuca rubra commutata* Gaud., *Agrostis stolonifera* L., and *Cynodon dactylon* (L.) Pers. The resulting turfs were assessed for density, color, drouth tolerance and general performance. During the summer, ryegrasses, chewings fescue and bentgrass were severely injured by the effects of heat, drouth and weed growth. Through July and August Kentucky bluegrasses and bermudagrass ranked high in turf quality. Yarandi, a local propagated ryegrass, exhibited over 25% kill from drouth injury. The experiment was repeated in 1975. The results obtained were similar to those of 1974.

Zusammenfassung

Im Mai 1974 wurde Saatgut von 9 Grassorten und 3 Grasmischungen auf Parzellen von 2 x 4 m Größe in einem Sortenversuch angesät. Die verwendeten Arten waren *Poa pratensis* L., *Lolium perenne* L., *Festuca rubra commutata* Gaud., *Agrostis stolonifera* L. und *Cynodon dactylon* L. Pers. Die erhaltenen Rasenflächen wurden auf Dichte, Farbe, Trockenheitstoleranz und allgemeines Erscheinungsbild bewertet.

Während des Sommers wurden *Lolium*-Gräser, *Festuca rubra commutata* und die *Agrostis*-Arten stark von Hitze, Trockenheit und Unkraut beeinträchtigt. Während der Monate Juli und August zeichneten sich besonders die *Poa pratensis*-Sorten und *Bermudagrass* durch gute Rasenqualität aus. Yarandi, ein lokal propagiertes *Lolium*, wurde zu mehr als 25% durch Trockenheitseinfluß vernichtet.

Der Versuch wurde 1975 wiederholt. Die Ergebnisse waren denen von 1974 ähnlich.

Résumé

Une étude portant sur 9 variétés et trois mélanges de graminées de gazon a été entreprise en mai 1974 sur des parcelles de 2 x 4 mètres. Les espèces étudiées furent *Poa pratensis* L., *Lolium perenne* L., *Festuca rubra commutata* Gaud., *Agrostis stolonifera* L. et *Cynodon dactylon* L. Pers. Les pelouses furent évaluées selon la densité, la coloration, la résistance à la sécheresse et l'apparence générale du gazon obtenu à partir de ces espèces. La chaleur et la sécheresse ainsi que les mauvaises herbes eurent durant l'été un effet fort nuisible sur les *Loliums*, *Festuca rubra commutata* et les *Agrostides*. Ce furent surtout les variétés de *Poa pratensis* et l'herbe de Bermude qui durant les mois d'août et juillet donnèrent un gazon de bonne qualité. Le Yarandi, une variété de *Lolium* répandue localement fut détruite par la sécheresse dans une proportion de plus de 25%. L'essai fut répété en 1975. Les résultats en furent comparables à ceux de 1974.

INTRODUCTION

Efforts toward establishing turf grasses in arid and semi-arid regions of Iran often produce poor results. Grasses frequently suffer from synergistic effects of heat drouth and highly competitive weed growth.

Tillage, soil preparation, nutrition and irrigation are important factors in good turf establishment (1, 2, 3, 4), but in most cases variety and species selection is an initial step.

Commercially available grass cultivars in Iran include creeping bentgrass (*Agrostis stolonifera* L.) Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.) chewings fescue (*Festuca rubra*) ryegrass (*Lolium perenne* L.) and bermudagrass (*Cynodon dactylon* L. Pers.). The response of each of these species to fluctuation in environmental conditions particularly at summer time, is apt to be highly variable, although the ultimate turfs may not be too dissimilar.

Object of the research reported herein was to determine the suitability of growing bentgrass, chewings fescue, Kentucky bluegrasses, ryegrasses, bermudagrass and some grass mixtures in the conditions of Ariamehr Botanical Garden.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted on a sandy loam, having a high level of available P und K and pH ranging from 7 to 7.5. The soil was tilled, leveled and rolled prior to seeding. The experimental area was divided into a randomized complete-block with four replications. In May 1974, 9 grass cultivars and 3 grass mixtures were sown. The names of the grass cultivars are listed in Table 1. The components of three grass mixtures were as follows:

- Mix I was a mixture of 30% Merion Kentucky bluegrass, 30% Newport Kentucky bluegrass, 20% Pennlawn red fescue, 10% Topie red fescue and 10% Astoria colonial bentgrass.
- Mix II was a mixture of 75% Baron Kentucky bluegrass, 15% colonial bentgrass and 10% commercial ryegrass.
- Mix III was a mixture of 70% chewings fescue, 10% bentgrass and 20% baron Kentucky bluegrass.

Each existing turfgrass species or variety or mixture was located in plots 2 x 4 m with 1 x 3 meter clipped for fresh weight determination. Nitrogen was applied to the grass stand as urea (48% N) solution in 5 evenly application at the rate of 6 gr. N/m². The first application was made in mid-June and the others followed four clippings. Irrigation was used whenever necessary to keep the plot in good growing condition. Each irrigation was sufficient to bring the soil to field capacity to a depth of 40 cm.

Plots were mowed to approximately 3.3 cm for Kentucky bluegrasses, fescue grasses and ryegrasses and 2.5 cm for bentgrasses and bermu-

dagrass according to the recommendation given by Hanson and Juska (1969). Height measurements, four per plot, were made prior to mowing. An area from the center of each plot was harvested with a rotary lawn mower and clipping were collected for fresh matter yield determination. Fresh weight and height of the grasses were subjected to analyses of variance. In May 1975, the seed of all grass species and mixtures was sown on plots 4 x 4 m for further investigation.

RESULTS AND DISCUSSION

Mean height, fresh matter yield, color rating and weed rating of turfgrass species, varieties and mixtures have been listed in Table 1.

Mild weather during June aided good establishment with a satisfactory turf formed on all plots by late June, 1974. During the summer Pacey's ryegrass, chewings fescue, creeping bentgrass and commercial ryegrass were severely injured by the effects of heat, drouth and weed growth, while Yarandi ryegrass exhibited over 25% kill from drouth injury.

Through July and August Merion Kentucky bluegrass, Baron Kentucky bluegrass, Monopoly Kentucky bluegrass and bermudagrass ranked high in turf quality (Tables 1 and 2) and no significant differences were noted among the three Kentucky bluegrass varieties. Bermudagrass showed a significant reduction in height of regrowth and yield as compared with Kentucky bluegrasses. The height of Yarandi ryegrass was similar to those of Kentucky bluegrasses but its yield showed a significant reduction.

In the autumn good recovery of Yarandi ryegrass was noted but Pacey's ryegrass, chewings fescue, bentgrass and commercial ryegrass continued to perform poorly throughout the season.

No statistical differences were noted between the height of grass mixtures and the Kentucky bluegrasses, but the grass mixtures showed a significant reduction in fresh matter yield.

Table 2. Analyses of variance for mean height and fresh matter yield.

Source of variation	d.f.	Mean squares height of regrowth	Fresh matter yield
Total	47	-	-
Replications	3	5.16	1983.21
Treatments	11	13.47**	1748.32**
Error	33	0.63	280.80

*) Contribution of the Ariamehr Botanical Garden, Tehran Iran.

**) The author wishes to acknowledge gratefully the cooperation of Eng. Chaichi, Head of the Ariamehr Botanical Garden.

Table 1: Mean height and fresh matter yield of turfgrass varieties, species and mixtures on selected dates.

Varieties, species and mixtures	Height of regrowth (cm)*					Mean ^d	Fresh matter yield g/m ²				Mean ^e	Color rating ^b Sept. 12	Weed rating ^d Sept. 12
	June 26	July 20	August 26	Sept. 12	June 26		July 20	August 26	Sept. 12				
1. Merion Kentucky bluegrass	5.6	7.4	5.5	7.3	6.4	58	86.3	85.3	65	73.6	10	1	
2. Baron Kentucky bluegrass	6.6	7.1	7.7	8	7.3	52.6	91.6	47.3	102.3	73.4	10	1	
3. Monopoly Kentucky bluegrass	7.5	7.7	7.6	7.6	7.6	70	96.3	88	75	82.3	10	1	
4. Pacey's ryegrass	7.1	5.5	0	0	3.1	92.6	51.6	0	0	36	0	5	
5. Yarandi ryegrass	7.5	7.1	8.4	7.6	7.6	79.3	55.6	21.6	56	53.1	4	2	
6. Chewings fescue	6	6	0	0	3	41	59.3	0	0	25	0	3	
7. Creeping bentgrass	6.2	5.1	0	0	2.8	36	31.	0	0	16.7	0	1	
8. Commercial ryegrass	7.1	7.2	0	0	3.5	83.3	74	0	0	39.3	0	1	
9. Bermudagrass	6.2	6.5	4.7	3.9	5.3	75.6	77.3	40.3	40.3	58.3	8	0	
10. Mix I	5.7	7.9	5.2	4.1	5.7	44.6	57.6	22	36	40	6	4	
11. Mix II	6.3	7.5	6.6	6.7	6.7	48.6	73	52	28	50.4	6	4	
12. Mix III	6.1	5.8	4.6	4	5.1	39	42.3	22	9	28	2	2	

^aThe data were collected in 1974. Each height and yield measurement reported represents an average of four measurements on each date.

^b_o = dead

^dLSD .05 = 3.67

10 = best

^c_o = no weed

^eLSD .05 = 24.1

5 = most weeds

In fact, the grass mixtures performed similarly to the dominant grass components. Where chewings fescue was a major component of the mixture a reduction in turf quality was noticed, while those mixtures containing mainly Kentucky bluegrasses performed well. The grass species that survived in summer 1974 performed well during the winter of 1974-75. The results obtained from reseeded turfs were similar to those of 1974. Chewings fescue and bentgrass were severely injured while Kentucky bluegrasses performed well during the summer.

Through the summer months (1974-75) bermudagrass and the three varieties of Kentucky bluegrass ranked high in color rating and low in weed rating.

These primary results are in agreement with those reported by Carson and Blaser (1973) and Skirde (1973). Observations are still continuing on these turfs.

LITERATURE

1. Beard, J. B., 1973: Turfgrass Science and Culture. Prentice-Hall International, INC, London.
2. Carson, E. W., and R. E. Blaser, 1973: Temperature influence on the physiology of selected cool season turfgrasses and bermudagrass. Agron. J. 65. 591-594.
3. Hanson, A. A., and F. V. Juska, 1969: Turfgrass Sciences. Amer. Soc. Agron. Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A.
4. Khalighy, A., and A. A. Salaredini, 1974: The effects of soil texture and level of nitrogen on growth and chemical composition of ryegrass (*Lolium perenne* L.). Publication of the Faculty of Agriculture, Tehran University, Iran. Vol. 6. 51-63.
5. Madison, J. H., 1971: Principles of Turfgrass Culture. Van Nostrand Reinhold Company, New York.
6. Skirde, W., 1973: Observation on turf in the extremely dry year. Rasen-Turf-Gazon 4. 77-81.

Verfasser: Prof. Dr. A. KHALIGHY,
Botanischer Garten der Universität Teheran.

Jahreszeitliche Vitalitätsschwankungen von Gräserarten unter Rasennutzung

G. Pommer, Freising

Zusammenfassung

Rasengräser sind jahreszeitlich bedingten schädigenden Einflüssen ausgesetzt. Die einzelnen Gräserarten sind für die Schädigungen unterschiedlich anfällig und regenerieren verschieden schnell. Anfälligkeitsgrad und Regenerationskraft werden unter dem Begriff der Vitalität zusammengefaßt. An Hand mehrjähriger Untersuchungen von vielen Sorten an mehreren Standorten wird die Vitalität der wichtigsten Rasengräserarten im jahreszeitlichen Verlauf dargelegt. *Poa pratensis*, *Lolium perenne* und *Agrostis spec.* weisen ein ausgesprochenes Vitalitätstal im Winter auf, dies ist bei *Festuca rubra* weniger ausgeprägt und bei den *Phleum spec.* kaum zu erkennen. Die beiden letztgenannten Arten haben die ausgeglichene Vitalität im jahreszeitlichen Verlauf. Die Vitalitätsschwankungen der Arten werden diskutiert, aus ihnen werden Mischungsempfehlungen abgeleitet.

Summary

Turfgrasses are exposed to various kinds of damage according to season. Grass species differ in their susceptibility to such damage and recover at different speeds. The degree of susceptibility and the power of recovery are summed up in the term "vitality". The most important turfgrass species were tested for vitality from season to season in trials over 7 years with 16-50 varieties per species at 4-6 stations. *Poa pratensis*, *Lolium perenne* and *Agrostis spec.* show a distinct decline in vitality during winter; this is less apparent in *Festuca rubra*, and hardly evident at all in *Phleum spec.* These last two species vary least in vitality during the year. The fluctuations of vitality within species are discussed, and recommendations for turfgrass mixtures are derived from them.

Résumé

Les graminées de gazon sont soumises à des influences saisonnières plus ou moins nuisibles. Les différentes espèces de graminées se distinguent par une sensibilité plus ou moins accentuée et par une régénération plus ou moins rapide. L'auteur résume le degré de sensibilité et le pouvoir régénératif sous la notion de vitalité. La vitalité des espèces de graminées les plus importantes est étudiée en fonction du cycle annuel à partir de recherches étalées sur plusieurs années et à différents endroits.

Il constate un minimum de vitalité en hiver pour *Poa pratensis*, *Lolium perenne* et *Agrostis spec.*, fait bien moins accentué pour *Festuca rubra* et à peine visible pour *Phleum spec.* Ces deux dernières espèces présentent la vitalité la mieux équilibrée tout au long de l'année. Les variations de vitalité sont discutées pour les diverses espèces; on en déduit des recommandations pour les mélanges.

Einführung

Rasensaatgut wird fast ausschließlich in Mischungen angeboten. Rasenflächen, die aus mehreren Gräserarten und -sorten zusammengesetzt sind, besitzen eine größere Widerstandsfähigkeit gegen schädigende Einflüsse und zeigen daher im Verlauf des Jahres ein gleichmäßiger gutes Aussehen. Zu den schädigenden Umwelteinflüssen zählen vor allem Krankheiten, Dürre, Hitze, Kälte und Frost. Schädigungen, die durch klimatische Einflüsse hervorgerufen werden, sind mit einer gewissen Regelmäßigkeit an jahreszeitliche Abschnitte gebunden. Zum Teil trifft diese jahreszeitliche Bindung auch für das Auftreten von Krankheiten zu, vor allem, wenn dieses wiederum von einem Zusammentreffen verschiedener klimatischer Einflüsse abhängt, wie dies z. B. beim Schneeschimmel (*Fusarium nivale*) der Fall ist.

Schädigende Einflüsse auf Rasennarben treten demnach mit jahreszeitlicher Regelmäßigkeit auf. Wie weit sie sich dabei auswirken können, hängt einmal von der Anfälligkeit der Gräser für diese Schädigungen ab und zum anderen, falls diese Anfälligkeit gegeben ist, von ihrem Regenerationsvermögen in der entsprechenden Jahreszeit. Ein gutes Regenerationsvermögen ist zumeist verbunden mit einem aktiven Wachstum, durch das die befallenen Pflanzenteile schnell durch gesunde ersetzt werden. Sowohl in der Anfälligkeit für Schädigungen, wie auch im Regenerationsvermögen kann es in den verschiedenen Jahreszeiten arttypische Unterschiede geben. Mit anderen Worten — die einzelnen Arten können im Verlauf des Jahres Vitalitätsgipfel und Vitalitätstäler aufweisen, wobei unter Vitalität der Grad der Anfälligkeit einerseits und das Ausmaß des Regenerationsvermögens andererseits gemeint ist. Kennt man die Gipfel und Täler, so kann eine geschickte Zusammenstellung der Arten in einer Mischung für einen Ausgleich von Berg und Tal, also für einen möglichst gleichmäßig guten Zustand der Rasenanlage sorgen.

Material und Methoden

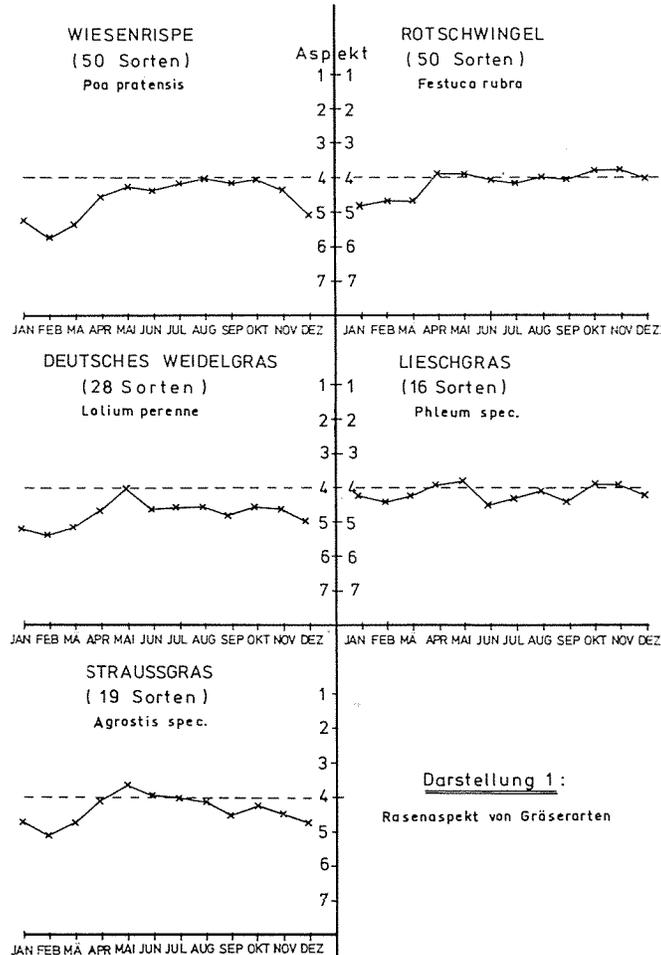
Die im nachfolgenden aufgeführten Ergebnisse entstammen den Besonderen Anbauprüfungen auf Rasennutzung des Bundessortenamtes. Dabei handelt es sich um eine Zier- und Gebrauchsrasenprüfung in Sortenreinsaat. Für die Zusammenstellungen wurden die Prüfungsjahrgänge von 1967 bis 1973 herangezogen, wobei nur die Ergebnisse des ersten und zweiten Hauptnutzungsjahres, nicht jedoch die des Ansaatjahres verwendet wurden. Die Prüfungen umfassen demnach einen Zeitraum von 1968 bis einschließlich 1974*; geprüft wurden fünf Sortimente mit jeweils verschiedenen Sorten, im einzelnen insgesamt:

- 50 Sorten von der Wiesenrispe (*Poa pratensis* L.)
- 50 Sorten vom Rotschwingel (*Festuca rubra* spec.)

- 28 Sorten vom Deutschen Weidelgras (*Lolium perenne* L.)
- 16 Sorten vom Lieschgras (*Phleum spec.*)
- 19 Sorten vom Straußgras (*Agrostis spec.*)

Die Prüfung war 1967, 1969, 1971 an vier, 1972 an sechs und 1973 an fünf räumlich in der Bundesrepublik verteilten Standorten angelegt.

Bei der Berechnung der Durchschnittswerte für die Darstellung 1 wurden die Einzelwerte je Prüfung und Prüfungsjahr in Abhängigkeit von der Zahl der Sorten verschieden gewichtet, die zum Teil unterschiedliche Zahl der Standorte wurde jedoch nicht gesondert berücksichtigt.



* Die Ergebnisse des zweiten Hauptnutzungsjahres der Anlage 1973 lagen nicht vor.

Ergebnisse und Diskussion

1. Einfluß von Prüffahren, Prüfforten und Sorten auf das arttypische Verhalten.

Für die Zusammenstellung des durchschnittlichen Monatsaspektes der Arten wurden Prüfungsergebnisse aus sieben Jahren herangezogen. In diesen Jahren gab es kalte und vergleichsweise warme Winter, heiße trockene und verregnete Sommer und trockene und sonnige wie auch feuchte Herbste. Alle Auswirkungen dieser Jahreswitterungen fließen in die Ergebnisbildung ein, die Extreme werden ausgeglichen und das Mittel dürfte einen angenähert bezeichnenden Jahreswitterungsverlauf geben.

Ähnliches gilt für die Prüfforte. Die Prüfungen waren an vier bis sechs Prüfforten angelegt, die sich von der nordrheinischen Tiefebene bis zum bayerischen tertiären Hügelland erstreckten. Damit sind einseitige Standorteinflüsse weitgehend ausgeschaltet.

Unter den Gräserarten der gleichen Art gibt es große Qualitätsunterschiede. Die Diagramme einzelner Sorten würden, gemittelt über die Jahre und Orte, einen sehr abweichenden Verlauf zeigen. Der starke „individuelle“ Sorteneinfluß wird jedoch durch die Vielzahl ausgeglichen, so daß aus dem Sortenmittel die arttypische Reaktion erkennbar ist. Die in diese Untersuchung einbezogenen Sorten stellen einen Querschnitt durch die Züchtungsarbeit der vergangenen 10–15 Jahre dar.

Das Jahr, der Standort und die Sorte haben einen sehr starken Einfluß auf den Verlauf und die Ergebnisse einer Rasenprüfung. Der Einfluß dieser wichtigen Faktoren kann durch die Mitteilung mehrerer Einzelergebnisse auf ein typisches durchschnittliches Verhalten gebracht werden. Damit werden diese Faktoren gleichsam standardisiert, was hilft, die arttypische Reaktion besser zu erkennen.

2. Monatsaspekt

In den Besonderen Anbauprüfungen auf Rasennutzung werden monatlich einmal Mängel im Gesamteindruck des Rasenbildes festgehalten. Diese Bonitur, im nachfolgenden Aspekt genannt, ist eine zusammenfassende Bewertung jeder Art von Narbenauflockerung, Verfärbung und Fleckenbildung verursacht durch Krankheiten oder Witterungseinflüsse. Für das Merkmal gibt es neun Ausprägungsstufen, wobei 1 kein oder sehr geringer Mangel, also eine ungestörte Narbe mit sortentypischer Farbe bedeutet, 9 hingegen sehr starken Mangel, eine zu 90–100% geschädigte Narbe. Die Aspektbonitur dient im nachfolgenden als Maßstab für das Verhalten von Gräsern im jahreszeitlichen Verlauf, als Vergleichsgröße ihrer Vitalität.

In Darstellung 1 sind die durchschnittlichen Monatsaspekte der geprüften Gräserarten im Jahresverlauf dargestellt. Jedes einzelne Ergebnis beruht, wie oben schon erwähnt, auf einem Mittelwert über 7 Jahre, 4–6 Orte, 16–50 Sorten. Die Diagramme enthalten jeweils als Bezugsgröße eine gestrichelte Linie bei der Aspektbonitur 4 (= geringe bis mittlere Mängel im Gesamteindruck). Die Linie soll den Vergleich der Diagramme bei den einzelnen Arten erleichtern. Sie wurde so gewählt, weil sich die Aspektbonituren zumeist in der Nähe dieses Wertes bewegen.

3. Jahreszeitliche Vitalitätsschwankungen der Gräserarten und deren Ursachen.

Dem Diagrammverlauf von *Poa pratensis* kann zuerst der mäßige Winteraspekt dieser Art entnommen werden. Bei ihr tritt im Rasenbild erst gegen April eine Besserung ein, die sich in den heißen Monaten Juli, August, September noch verstärkt, ab Oktober jedoch bereits wieder verschlechtert und im Dezember fast wieder den ungünstigen Winterwert erreicht. Von *Poa pratensis* ist weitgehend bekannt, daß sie in den Wintermonaten ein minderes Rasenbild hat und in dieser Zeit auch in der Strapazierfähigkeit nachläßt. Die Verschlech-

terung der Raseneigenschaften setzt mit einem Krankheitsbefall (*Puccinia* oder *Helminthosporium*) im Herbst ein, der zumeist einen Vitalitätsschwund und einen Wachstumsstillstand zur Folge hat. Ausnahmen machen allerdings die wintergrünen Sorten. Im Frühjahr regeneriert *Poa pratensis* langsam und erreicht ihren Vitalitätsgipfel erst in den heißen Sommermonaten. Dies läßt sich unter anderem mit der Hitze- und Trockenheitstoleranz der Art erklären.

Festuca rubra wird im Winter weniger stark geschädigt. Er regeneriert im Frühjahr schnell und bildet dann bis zum Winter gute Rasennarben, die höchstens bei kühler Witterung mit lang anhaltenden Niederschlägen, zumeist in den Monaten Juni und Juli, durch *Corticium*befall leicht beeinträchtigt werden. Mit seiner gleichmäßigeren Vitalität, bei der sich im Frühjahr und im Herbst leichte Gipfel andeuten, gibt *Festuca rubra* einen guten und ausgleichenden Mischungspartner für *Poa pratensis* ab, wenn nicht gerade hohe Strapazierfähigkeit verlangt wird. Diese Erkenntnis hat sich schon bei der Zusammensetzung von Gebrauchsrasenmischungen durchgesetzt, die bei guter Qualität überwiegend aus diesen beiden Arten bestehen.

Lolium perenne mit seinem ausgeprägten Vitalitätstal im Winter, meist hervorgerufen durch einen Befall mit *Puccinia spec.* im Herbst, sich anschließenden Wachstumsstillstand und dazu noch einen *Fusarium*befall im beginnenden Frühjahr, kann in dieser Jahreszeit wenig zur Vitalitätssteigerung einer Mischung beitragen. Diese Art erreicht ein deutlich ausgeprägtes Vitalitätsoptimum im Mai, zur Zeit ihres intensivsten Wachstums. Danach läßt die Vitalität und damit die Rasenqualität leicht nach und hält sich konstant bis zum Beginn des Herbst-Krankheitsbefalls. Aus diesem Grund ist *Lolium perenne* wenig geeignet, als Mischungspartner die Schwächen anderer Gräserarten auszugleichen. Die Eigenschaften, die für seinen Einsatz im Rasen sprechen, liegen vielmehr in der starken Strapazierfähigkeit, schnellen Keimung und dem sicheren Aufgang.

Die *Phleum spec.* hingegen können als ausgesprochene Vitalitätslückenbüßer angesehen werden. Sie verfügen von allen Arten über den besten Winteraspekt. Dies ist zurückzuführen auf Kältetoleranz, Krankheitsresistenz und Assimilationsfähigkeit im Winter. Die Zeit schwacher Vitalität ist bei *Phleum* mehr in den heißen trockenen Sommermonaten gegeben, wo die meisten anderen Arten gute Rasennarben bilden. In Betracht der groben Narbenstruktur dieser Art (die beim diploiden *Phleum bertolonii* weniger ausgeprägt ist) empfiehlt es sich als Mischungspartner für strapazierte Rasenflächen, wo es die Vitalitätstälern von *Poa pratensis* und *Lolium perenne* im Winter mildern kann.

Agrostis spec. lassen sich in ihren jahreszeitlichen Vitalitätsschwankungen zuerst noch mit *Lolium perenne* vergleichen. Auch bei ihnen kommt es im Winter zu einer starken Vitalitätsminderung, hervorgerufen durch Krankheitsbefall und Wachstumsstillstand, auch hier führt die Regeneration im Frühjahr zu einem deutlichen Vitalitätsgipfel im Mai, wonach sich Wachstum, Vitalität und Aspekt leicht verringern. Bei *Agrostis* kommt es allerdings gegen Ende Sommer noch zu einer weiteren Vitalitätsminderung durch Trockenheit. *Agrostis spec.* werden zusammen mit *Festuca rubra* für Zierrasenflächen verwendet. In dieser Mischung kann *Festuca rubra* etwas den schlechten Winteraspekt von *Agrostis* ausgleichen. Darüber hinaus kann das Rasenbild im Winter durch eine chemische Krankheitsbekämpfung vor stärkeren Schäden bewahrt werden.

Herrn M. Petersen, Odense, danke ich für anregende Diskussionen, die den Entschluß zur Abfassung des vorliegenden Beitrages herbeiführten.

Verfasser: Dr. G. Pommer, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Vöttingerstraße 48, 8050 Freising

Bodenverbesserung zu Pflanzflächen mit Trockenbeetschlamm*)

W. Skirde, Gießen

Zusammenfassung

Grünflächen und Begrünungen bestehen in der Regel aus Rasen- und Pflanzflächen. Ihre Anlage erfolgt gewöhnlich nach Bodenauftrag. Der Boden ist dabei selten von guter Qualität, so daß die Notwendigkeit der Bodenverbesserung besteht.

Es wird über erste Ergebnisse zur Bodenverbesserung für Blüthengehölze berichtet. Die Bodenverbesserung des anstehenden humusarmen, versteinerten sandigen Lehmbodens wurde mit einem stärker zersetzten Torf sowie mit Klärschlamm vorgenommen. Versuchspflanzen waren Forsythia intermedia, Ribes sanguineum und Deutzia scabra. Die Bodenverbesserung bewirkte bei allen Versuchsgehölzen schon im ersten Versuchsjahr einen beträchtlichen Zuwachs der Pflanztriebe und eine zahlreiche Triebeausbildung, sie erhöhte Gebüschdurchmesser, Blattzahl, Tausendblattgewicht und Stickstoffgehalt in den Blättern wesentlich. Pflanzenausfall bei Trockenheit trat nur bei der Kontrolle ohne Bodenverbesserung ein.

Summary

Ground covers in landscaping consist generally of turfed and planted areas, usually established on a disturbed soil. This is, however, rarely of good quality, and must consequently be improved.

This article reports the first results of soil improvement experiments with flowering shrubs. The natural soil — a sandy, stony loam, poor in humus — was improved by adding well decomposed peat and sewage sludge. The plants used were Forsythia intermedia, Ribes sanguineum and Deutzia scabra. Even in the first year of the experiment the soil improvement effect was clearly visible. The shrubs showed considerably more shoot growth, a much greater number of shoots, an increased plant diameter, a greater number of leaves, a greater weight per thousand leaves and a considerably higher nitrogen content in the leaves. Drought caused plant losses only on the unimproved control plots.

Résumé

Les surfaces vertes et les jardins se composent en général de pelouses engazonnées et de plantations diverses. Leur installation s'effectue normalement après un apport de terre. Le sol utilisé étant alors rarement de bonne qualité, une amélioration en devient indispensable.

Les premiers résultats portant sur l'amélioration de sols destinés à la plantation d'arbustes à fleurs sont décrits dans l'étude présente. L'amélioration d'un limon sableux, pierieux et pauvre en humus fut effectuée par l'apport d'une tourbe fortement dégradée et d'une boue d'épuration. L'effet fut étudié sur Forsythia intermedia, Ribes sanguineum et Deutzia scabra. L'amélioration du sol entraîna dès la première année d'essai une croissance active des rameaux et un développement accru des pousses, elle agrandit considérablement le diamètre des buissons, le nombre des feuilles, leur teneur en azote et le poids de mille feuilles. Parmi les plantes considérées on n'observa des pertes dues à la sécheresse que dans les parcelles témoins n'ayant pas subies d'amélioration.

Einführung

Grünflächen und Begrünungen bestehen gewöhnlich aus Rasen- und Pflanzflächen. Ihre Anlage erfolgt in der Regel nach Bodenauftrag. Vor allem bei größeren Pflanzflächen, z. B. im kommunalen und genossenschaftlichen Grün, steht dabei selten wertvoller Oberboden im Sinne des Begriffes „Mutterboden“ zur Verfügung. Vielmehr muß oft auf Rohboden oder anderen kaum kultivierten Boden zurückgegriffen werden. Mitunter läßt sich der verwendete Boden nicht anders als mit Abfall bezeichnen.

Angesichts dieser Situation gewinnt die Bodenverbesserung zu Pflanzflächen künftig an Bedeutung, zumal sie in sinnvoller Verbindung mit der Verwertung von Siedlungsabfällen betrieben werden kann. Ihre Aufgabe besteht primär in der Verbesserung der physikalischen Eigenschaften des Bodens, um Verkrustung, Verschlammung und Oberflächenabfluß zugunsten von Infiltrationsfähigkeit und Durchlüftung zu vermeiden. Gleichzeitig trägt Bodenverbesserung, insbesondere mit organischen Stoffen, aber auch zu günstigeren bodenchemischen Verhältnissen und zur Nährstoffanreicherung bei.

Unter diesem Aspekt wird im folgenden über erste Ergebnisse mit Klärschlamm zur Bodenverbesserung von Pflanzflächen berichtet.

Material und Methoden

Die Versuchsanlage erfolgte am 5. 3. 1975 auf einem humusarmen, versteinerten sandigen Lehmboden in Südhanglage, der bei geringsten Starkregenfällen schon verdichtet und im bearbeiteten Zustand leicht zu Erosion führt. Auf diesem Boden wurde eine unbehandelte Kontrolle Bodenverbesserungen mit 50 l/m² Florahum und mit 50 l/m² Trockenbeetschlamm gegenübergestellt.

Bei Florahum handelt es sich um einen überwiegend stark zersetzten Hochmoortorf; der kommunale Trockenbeetschlamm stammt aus der mechanisch-biologischen Kläranlage Gießen. Angaben über Litergewicht (lose), Trockensubstanzgehalt und Gehalt an Gesamtstickstoff von Torf und Klärschlamm gehen aus der nachstehenden Aufstellung hervor.

Tabelle 1:

Kenndaten für Torf und Klärschlamm	Florahum	Klärschlamm
	Litergewicht (lose)	0,440
TS-Gehalt %	37	60
Ges.-N %	1,1	1,3

Florahum und Klärschlamm wurden in gleichmäßiger Schichtdicke von 5 cm auf die Versuchsfläche von je 96 m² aufgebracht und durch mehrmaliges Fräsen mit der darunterliegenden Bodenschicht von 5 bis 8 cm vermischt. Auch die unverbesserte Fläche der Kontrollparzelle wurde durch Fräsen bearbeitet.

*) Die Untersuchungen wurden im Rahmen eines Forschungsauftrages des Bundesinnenministerium durchgeführt.

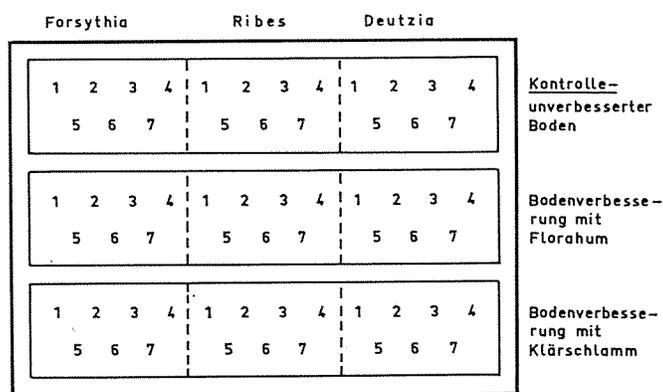
Bei den Gehölzen fiel die Wahl aus versuchstechnischen Gründen auf die Blüthengehölze

Forsythia intermedia
Ribes sanguineum
und Deutzia scabra.

Ihre Pflanzung erfolgte im Abstand von 2 m in der Reihe sowie von Reihe zu Reihe, um zumindest für die ersten Versuchsjahre eine Einzelpflanzenstellung zu erhalten (s. Pflanzplan). Nach dem Pflanzen wurden die nach Gleichmäßigkeit ausgewählten Gehölze auf eine einheitliche Triebzahl (3 oder 4) sowie auf eine einheitliche Ausgangshöhe von 100 cm zurückgeschnitten.

Die Auswertung im Pflanzjahr erstreckte sich auf Untersuchungen am Boden sowie auf Vegetationsuntersuchungen an den Gehölzen. Die späteren Pflegemaßnahmen waren bei den 3 Bodenbehandlungen gleich; sie fanden durch 3maliges Fräsen in der Vegetationsperiode statt.

Darst. 1: Pflanzplan der Versuchsgehölze



Ergebnisse

1. Boden

Der anstehende Boden hat einen pH-Wert von 4,9, der Gehalt an organischer Substanz liegt bei 1,6% und die Krümelstabilität ist mit 3,7% gering (Tab. 2).

Durch Bodenverbesserung mit Florahum war bei den im Dezember entnommenen Bodenproben eine Reduzierung des pH-Wertes auf 4,2 festzustellen, der Gehalt an organischer Substanz hatte sich auf 8,9% erhöht und die Krümelstabilität lag bei 10,0%. Bodenverbesserung mit Klärschlamm bewirkte eine Erhöhung des pH-Wertes auf 6,1 und einen Gehalt an organischer Substanz von 7,2%. Die Krümelstabilität betrug hier 29,6% und begründet die wesentliche Verbesserung des Durchflußwertes. Durch beide Bodenverbesserungsstoffe wurde

die Verschlammung mit Krustenbildung bei Trockenheit weitgehend verhindert. *)

Tabelle 2:

Ergebnisse von Bodenuntersuchungen (Probenahme: Dezember 1975)				
Versuchsglied	pH-Wert	Org. Subst. %	Krümestabilität %	Durchflußwert in cm ³ je 5'
1. Kontrolle – ohne Bodenverbesserung	4,88	1,61	3,7	0
2. Bodenverbesserung mit Florahum	4,18	8,89	10,0	14
3. Bodenverbesserung mit Klärschlamm	6,08	7,17	29,6	120

2. Gehölze

Die an den Gehölzen vorgenommenen Untersuchungen erstreckten sich auf Pflanzenausfall, Wuchshöhe, Neubildung von Trieben einschließlich Trieblänge und Gebüschdurchmesser, Belaubung (Blattzahl je Pflanze), Tausendblattgewicht und Blattanalysen zur Feststellung des Stickstoffgehaltes. Diesen Untersuchungen ist summarisch eine ungleich bessere Wachsfreudigkeit der Gehölze auf den mit organischen Zuschlagstoffen kultivierten Teilflächen des Versuches zu entnehmen. Sicher wurde dieser Effekt durch die im Sommer 1975 am Versuchsstandort Leihgestern b. Gießen erneut aufgetretene Trockenheit gefördert; denn gegenüber dem langjährigen Mittel von 327 mm Niederschlag für die Vegetationsperiode vom 1. April bis zum 30. September betrug die Niederschlagsmenge in der Vegetationsperiode 1975 nur 265 mm. Das Niederschlagsdefizit trat nach normalen Frühjahrsniederschlägen ab Mitte Juni ein.

Dieser Witterungsverlauf erklärt sowohl das gute Anwachsen aller Gehölze wie auch den Pflanzenausfall, der sich bei Ribes auf unverbessertem Boden in dem besonders trockenen Monat Juli ergab. Bei Bodenverbesserung war hingegen kein Pflanzenausfall festzustellen (Tab. 3).

Tabelle 3:

Versuchsglied	Pflanzenausfall, Triebzuwachs und Triebbildung			Triebneubildung	
	Pflanzenausfall	Trieblänge d. Pflanzentriebe i. cm	Zahl/Pfl.	Durchschnittliche Länge i. cm	Gebüschdurchmesser i. cm
1. Kontrolle – ohne Bodenverbesserung					
Forsythia	0	104	2,7	35	38
Ribes	2	101	0,3	15	42
Deutzia	0	101	6,4	21	39
2. Bodenverbesserung mit Florahum					
Forsythia	0	125	2,6	75	80
Ribes	0	126	1,1	74	66
Deutzia	0	107	10,1	37	51
3. Bodenverbesserung mit Klärschlamm					
Forsythia	0	129	2,4	67	64
Ribes	0	117	1,9	41	52
Deutzia	0	109	8,6	44	55



links: Gehölzpflanzung mit Bodenverbesserung
rechts: Gehölzpflanzung ohne Bodenverbesserung

*) Die Bestimmungen von Krümestabilität und Durchflußwert wurden vom Institut für Landeskultur der Universität Gießen durchgeführt.

Die Länge der Pflanztriebe blieb bei dem unverbesserten Boden fast unverändert, pflanzlicher Zuwachs konnte bei diesem Versuchsglied eigentlich nur durch Neubildung von Trieben festgestellt werden. Bei Bodenverbesserung mit Florahum und Klärschlamm nahm die Länge der Pflanzentriebe hingegen um 10 bis 30 % zu und die zahlenmäßige Triebneubildung einschließlich der durchschnittlichen Länge der neu gebildeten Triebe war wesentlich größer. Zwischen den beiden Bodenverbesserungsmitteln sind Wirkungsunterschiede nur bei Ribes durch größere Trieblänge der Pflanzentriebe bei Florahum festzustellen, während sich bei der Triebneubildung ein gewisser rechnerischer Ausgleich unter Berücksichtigung von Triebzahl und Trieblänge ergibt.

Der mittlere Gebüschdurchmesser ist bei Bodenverbesserung mit Florahum im Falle von Forsythia und Ribes hingegen wesentlich größer, während die Bodenverbesserung im ganzen, d.h. gegenüber der Kontrolle, zu einer beträchtlicher Erhöhung der Bodendeckung der Gehölze beigetragen hat. Interessant erscheint die Wachstumsreaktion der Gehölze an sich, indem Forsythia und Ribes mehr zur Vergrößerung der Trieblänge der Pflanztriebe neigten, während Deutzia stärker durch Neubildung von Trieben reagierte (Tab. 3).

Vergleicht man dazu die Belaubung der 3 Gehölzarten, so stellt man wiederum eine geringere Blattbildung bei Ribes gegenüber Deutzia und Forsythia fest (Tab. 4).

Tabelle 4:

Versuchsglied	Blattzahl, Blattgewicht, Blattfarbe u. Stickstoffgehalt			
	Blattzahl je Pflanze	1000 Blattgewicht i. g	Blattfarbe	N-Gehalt i. Blättern i. %
1. Kontrolle – ohne Bodenverbesserung				
Forsythia	528	56,4	5	1,96
Ribes	132	91,2	5	2,34
Deutzia	471	48,8	4	2,07
2. Bodenverbesserung mit Florahum				
Forsythia	999	73,6	8	2,77
Ribes	684	116,8	8	2,93
Deutzia	812	78,8	7	2,88
3. Bodenverbesserung mit Klärschlamm				
Forsythia	883	69,6	8	2,71
Ribes	659	118,0	8	2,79
Deutzia	784	68,0	7	2,87

Blattfarbe: 1 = sehr hellgrün
9 = dunkelgrün

Durch die Bodenverbesserung wurde aber vornehmlich die Blattzahl bei Ribes erhöht, und zwar um mehr als 400 %, doch auch bei Forsythia und Deutzia trat eine deutliche Erhöhung der Blattzahl von 60 bis 90 % ein. Dabei war der Einfluß der Bodenverbesserung durch Florahum im ersten Versuchsjahr etwas günstiger.

Dies trifft in ähnlicher Weise auch für das ermittelte Tausendblattgewicht zu, wo sich bei Forsythia und Deutzia geringfügige Unterschiede zugunsten von Florahum ergaben. Gegenüber der Kontrolle jedoch wirkten sich beide Bodenverbesserungsmittel beträchtlich auf die Erhöhung des Blattgewichtes aus.

Der durch Blattanalysen ermittelte Gehalt an Gesamtstickstoff läßt ebenfalls Gehaltsunterschiede zwischen dem Pflanzenaufwuchs auf unverbessertem Boden einerseits und den beiden Bodenverbesserungen zum anderen erkennen. Zwischen ihnen bestehen sichere Differenzen aber nicht. Man könnte bestenfalls von in der Tendenz höheren Werten bei Verwendung von Florahum sprechen (Tab. 4). Die Blattfarbe war bei Bodenverbesserung beider Varianten fast dunkelgrün, bei der unverbesserten Kontrolle dagegen nur mittelgrün.

Diskussion der Ergebnisse

Die Verbesserung eines humusarmen, erodierten versteinerten sandigen Lehmboodens, der stark zur Verdichtung neigt, mit einem überwiegend stark zersetzten Hochmoortorf sowie mit Trockenbeetschlamm hat bereits im Jahr der Anpflanzung zu unerwartet großen Wachstumsunterschieden geführt. Sie betreffen sowohl die Mortalitätsrate, die Wuchshöhe, die Triebneubildung und damit den Gebüschdurchmesser sowie die Belaubung, das Tausendblattgewicht und den Stickstoffgehalt der Blätter. Bei dieser Wachstumsreaktion nach Bodenverbesserung ist noch zu berücksichtigen, daß es sich bei dem vorliegenden Boden, trotz unbefriedigender Qualität,

immerhin um anstehenden bearbeiteten Ackerboden handelt. Insofern könnte bei einer Verbesserung aufgetragenen Rohstoffs sicher mit noch größeren Reaktionsunterschieden gerechnet werden.

Zwischen beiden Bodenverbesserungsmitteln deuten sich Wirkungsdifferenzen bestenfalls zugunsten von Florahum an. Dies könnte auf dessen Anreicherung mit leichter verfügbarem Stickstoff zurückzuführen sein. Allerdings läßt sich aus dem bisherigen Versuchsablauf nicht entnehmen, ob der günstige Einfluß der Bodenverbesserung primär auf die Nährstoffkomponente oder auf die Änderung der bodenphysikalischen Eigenschaften zurückgeht. Diese Frage einschließlich der Nachwirkung bzw. Wirkungsdauer der durchgeführten Bodenverbesserung wird in den kommenden Jahren unter

besonderer Berücksichtigung weiterer Boden- und Pflanzenuntersuchungen noch zu untersuchen sein. Dabei ist einerseits der Stickstoffnachlieferung des Klärschlammes im Hinblick auf einen Langzeiteffekt besonderes Augenmerk zu schenken, andererseits sind Beobachtungen zum Blühverhalten mit einzubeziehen, um die noch kaum diskutierte Frage der „Funktionsfähigkeit“ von Pflanzflächen aufgreifen zu können. In diesem Zusammenhang gewinnen weitere bodenkundliche Untersuchungen an Bedeutung, nachdem die Bodenverbesserung bereits zu einer wesentlichen und stoffbezogenen Erhöhung von Krümelstabilität und Wasserdurchlässigkeit beigetragen hat.

Verfasser: Dr. W. SKIRDE, Justus Liebig-Universität, Gießen,
Schloßgasse 7, 63 Gießen

Aus der internationalen Literatur

Grasflächenkunde, Anlage und Unterhaltung von Grasflächen für Gebrauchs- und Zierzwecke (**Grasveldkunde**, Aanleg en onderhoud van grasvelden voor gebruiks- en sierdoeleinden). Redaktion: M. HOOGERKAMP und J. W. MINDERHOUD; Centrum voor landbouwpublicaties en landbouwdocumentatie, Wageningen, 267 S, 1974.

Im Jahre 1974 ist in den Niederlanden das für Europa erste auf wissenschaftlicher Grundlage erarbeitete „Rasenbuch“ erschienen, an dem eine Reihe bekannter Fachpersönlichkeiten mitgewirkt haben. Es ist gewissermaßen als Protokoll eines Nachakademischen Studiums entstanden, das im Mai 1974 in Wageningen stattfand. Von fundamentalen biologischen Fragen ausgehend, wurden alle bekannten Gesichtspunkte behandelt, die für Anlage und Erhaltung von Rasenflächen von Bedeutung sind. Jedes Kapitel wird durch ein Literaturverzeichnis ergänzt. Das Buch gliedert sich in folgende Abschnitte:

1. Von der Grasansaat zur Grasfläche; morphologische, physiologische und ökologische Grundlagen.
2. Anlage von Grasflächen.
3. Gräser für Zierrasen, Sportfelder, Böschungen, Deiche und Rekreationsflächen.
4. Das physikalische Milieu von Grasflächen für Rekreationsanlagen sowie für Zwecke der Bodenverbesserung.
5. Das chemische Milieu von Grasflächen, Bodenfruchtbarkeit und Düngung.
6. Bestimmung von Grasarten.
7. Krankheiten und Schäden auf Grasflächen.
8. Unkraut und Unkrautbekämpfung.
9. Einfluß des Mähens auf die Grasnarbe von Zierrasen und Sportfeldern.
10. Unterhaltung von Böschungen und Anlage wenig wachsender Böschungsvegetationen.
11. Ansaat und Erhaltung von Grasnarben an Deichen.
12. Zierrasen, Spielflächen, Spielwiesen und Grasfelder auf Campingplätzen.
13. Anlage von Rasensportplätzen.
14. Unterhaltung von Rasensportplätzen.
15. Anhang.

W. Skirde, Gießen

Rutgers Rasenberichte (Rutgers Turfgrass Proceedings Vol. 6, 1975) Cook College, Rutgers University, New Brunswick. Herausgeber: R. E. ENGEL, 94 S.

Der im Januar 1975 erschienene 6. Band der Rasenberichte der Rutgers University, der Staatlichen Universität von New Jersey, enthält einerseits die Referate einer im Dezember 1974 durchgeführten Rasenkonferenz und andererseits Forschungsberichte und andere Mitteilungen. Die behandelten Themen und ihre Referenten sind folgende:

1. Die große Welt der Rasenwissenschaft und -industrie. (C. R. SKOGLEY)
2. Das große Geschäft der Rasenpflege (R. O'KNEFSKI)
3. Bessere Rasen für Schulflächen (H. W. INDYK)
4. Züchtung feiner Schwingelarten (R. W. DUELL u. R. M. SCHMIT)
5. Stickstoffquellen für Rasen (D. V. WADDINGTON)
6. Insektizidresistenz und Bekämpfung von *Popillia japonica* (L. M. VASVARY)
7. Das Rasenprogramm von Illinois (A. J. TURGEON)
8. Fungizid-Bewertungen bei Rasengräsern — 1974 (R. W. SMILEY)

9. Systemische Fungizide als wirksames Mittel der Krankheitsbekämpfung (P. SARTORETTO)
10. Eine neue Methode der Fungizid-Applikation (H. C. DREIBELBIS)
11. Bewässerung von *Agrostis/Poa annua*-Rasen (W. SMART)
12. Nicht mit *Poa annua* leben — Anwendung von Bensulide (R. J. REIGHTER)
13. Wozu Tricalcium-Arsenat? (K. E. WEINKE)
14. *Poa annua*-Bekämpfung mit Endothal (A. J. TURGEON).

W. Skirde, Gießen

Der Mechanismus der Strapazierfähigkeit von Rasengräsern:

I. Strapazierfähigkeit von sieben Rasengräsern und quantitative Methoden zur Bestimmung von Belastungsschäden bei Rasengräsern

(Turfgrass wear tolerance mechanisms: I. Wear tolerance of seven turfgrass species and quantitative methods determining turfgrass wear injury) R. C. SHEARMAN, J. B. BEARD; *Agronomy J.* 67. 208—211, 1975.

Sieben Grasarten wurden auf Strapazierfähigkeit durch gleitende (Schlitten) und fahrende (Rad) Belastung geprüft und nach verschiedenen Bewertungsmethoden untersucht: visuelle Bewertung der Belastungsschäden, Prozentanteil totalen Zellwandgehalts, Grünanteil in der Narbe und Chlorophyllmenge je Fläche nach Belastung.

Bei Belastung durch Befahren war *L. perenne*-Manhattan das toleranteste Gras, in der Rangordnung gefolgt von *F. arundinacea*-Kentucky 31 und *Poa pratensis*-Merion, *F. rubra*-Pennlawn und *L. multiflorum*, *F. rubra*-Cascade und *Poa trivialis*. Bei Gleit-Belastung ergaben sich gewisse Abweichungen. Nach optischer Beurteilung waren Manhattan, Kentucky 31 und Merion gleich gut tolerant, während der noch verbliebene Grünanteil Merion die größte Toleranz bei gleitender Belastung aufwies. Manhattan und Kentucky 31 rangierten an 2. und 3. Stelle, während Cascade und *Poa trivialis* fast zerstört waren.

Im ganzen ergab sich eine gute Übereinstimmung der Methoden bei der Bewertung der Strapazierfähigkeit der geprüften Gräser, obwohl die Feststellung des verbleibenden Grünanteils nach Belastung zur quantitativen Beurteilung am günstigsten erscheint.

W. Skirde, Gießen

Der Mechanismus der Strapazierfähigkeit von Rasengräsern.

II. Einfluß von Zellwandbestandteilen auf die Strapazierfähigkeit von Rasengräsern (Turfgrass wear tolerance mechanisms. II. Effects of cell wall constituents on turfgrass wear tolerance) R. C. SHEARMAN, J. B. BEARD; *Agronomy J.* 67. 211—215, 1975.

Es wurden der prozentuale Gesamtzellwandanteil, der Anteil an Lignozellulose, an Zellulose, an Hemizellulose und an Lignin bestimmt. Es ergaben sich große Artenunterschiede im Gesamtzellwandanteil bei Bestimmung des Prozentanteils aus 1 g Trockenmasse und aus mg/dm². Die Rangfolge der Arten mit abnehmendem Gehalt an verschiedenen Zellbestandteilen in 1 g Trockenmasse war Cascade → Pennlawn → Kentucky 31 → Manhattan → Merion → *L. multiflorum* → *Poa pratensis*. Dagegen war die Reihenfolge nach mg/dm² Kentucky 31 → Manhattan, Merion → Pennlawn, *L. multiflorum* → Cascade → *Poa trivialis*. Beziehungen zwischen Zellwandbestandteilen und Strapazierfähigkeit der Gräser ergaben sich vornehmlich auf der Grundlage festgestellter Mengen/dm². Der Anteil an Zellwandbestandteilen stieg mit zunehmendem Pflanzenalter in bekannter Weise.

W. Skirde, Gießen

Der Mechanismus der Strapazierfähigkeit von Rasengräsern.

III. Physiologische, morphologische und anatomische Eigenschaften in Beziehung zur Strapazierfähigkeit von Rasengräsern (Turfgrass wear tolerance mechanisms:

III. Physiological, morphological and anatomical characteristics associated with turfgrass wear tolerance)

R.. C. SHEARMAN, J. B. BEARD; Agronomy J. 67. 215–218, 1975.

Untersucht wurden an 7 Rasengräsern u. a. Grünanteil, Triebdichte, Blattbreite, Gewichtsbelastbarkeit, Blattspannfestigkeit, Feuchtigkeitsgehalt und Turgeszenz. Allerdings ließen sich zwischen diesen Eigenschaften und der Strapazierfähigkeit der Gräser keine signifikanten Beziehungen finden, mit Ausnahme von Blattspannfestigkeit und Blattbreite.

Außerdem wurden Sklerenchymzellen und lignifizierte Zellen von *F. arundinacea*-Kentucky 31 und *Poa trivialis* verglichen. Gegenüber der gesamten Querschnittsfläche setzte sich Kentucky 31 zu 18,6% aus Sklerenchymzellen bei Blättern und zu 23,4% bei Stengeln zusammen, die entsprechenden Werte betragen bei *Poa trivialis* 8,9 und 10,3%. Der Anteil lignifizierter Zellen lag bei 49,8 bzw. 21,4% für Kentucky 31 bzw. *Poa trivialis*. Der Prozentanteil an Sklerenchymfasern und an lignifizierten Zellen stand in enger Beziehung zur Belastbarkeit beider Gräser.

W. Skirde, Gießen

Wintermulchdecke, Frühjahrsverhalten und Wachstum von *Agrostis*

(Winter mulch covers, spring vigor and subsequent growth of *Agrostis*) G. E. EVANS; Agronomy J. 67. 449–454, 1975.

Die Benutzung von Mulchdecken zur Verringerung von Winterschäden von Rasengräsern, insbesondere bei *Agrostis* und die damit verbundene Vergrößerung des Befalls mit Winterkrankheiten (*Typhula*) erhebt die Frage nach der Wirkung der Kombination dieser Maßnahme mit angepaßten Fungizidraten auf die Lebensfähigkeit. Bei 3 Straußgräsern wurden verschiedene Mulchdecken zusammen mit verschiedenen Anwendungsmengen von Fungiziden auf Frühjahrsverhalten und Wachstum über 6 Jahre untersucht.

Agrostis tenuis lieferte den höchsten, Highland Bent den geringsten Schnittgutanfall bei nicht gemulchten und nicht chemisch behandelten Flächen. Verdoppelung der empfohlenen Fungizidmenge erhöhte den Schnittgutanfall nicht signifikant.

Strohmulch reduzierte den Rasenzuwachs bei allen Gräsern merklich und ohne Beziehung zur Fungizidstufe. Schwarze Folie mit üblicher Fungizidanwendung verringerte den Schnittgutanfall leicht, durchsichtige und perforierte Folien erwiesen sich als beste Mulchdecken. Unterschiede im Schnittgutanfall gehen vermutlich auf den „Gewächshaus-effekt“ dieser Folie zurück.

W. Skirde, Gießen

Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Regeneration von *Poa pratensis*-Merion nach Rückschnitt und Welke (Effect of nitrogen fertilization on the recovery of Merion Kentucky Bluegrass from scalping and wilting)

T. L. WATSCHKE and D. V. WADDINGTON; Agronomy J. 67. 559–563, 1975.

Untersucht wurde der Einfluß verschiedener Stickstoffmengen, Stickstoffdünger und Düngungszeiten auf Resistenz und Regeneration nach Welke und extremem Rückschnitt nach Überständigkeit bei *Poa pratensis*-Merion. Die sehr differenziert durchgeführten Versuche ergaben im allgemeinen eine schnellere Rasenwelke mit langsamer Regeneration bei steigender N-Menge, während die Regeneration nach Rückschnitt zu hoch gewachsenen Rasen mit steigender N-Menge zunahm, während der Kohlenhydratgehalt abfiel.

W. Skirde, Gießen

Rasenfildbildung und andere Einflüsse von Voraufauherbiziden auf *Poa pratensis*-Rasen (Thatch development and other effects of preemergence herbicides in Kentucky Bluegrass Turf)

A. J. TURGEON, R. P. FREEBORG, W. N. BRUCE; Agronomy J. 67. 563–565, 1975.

Voraufauherbizide wurden in den letzten Jahren in zunehmendem Maße angewendet. Dabei besteht der Verdacht, daß diese Herbizide die Rasenqualität verschlechtern haben. Deshalb war zu prüfen, ob wiederholte Anwendung von Voraufauherbiziden die Rasenfildbildung und andere Rasenstörungen verursacht. Diese Frage wurde mit 6 Herbiziden über 4 Jahre auf einem Lehm Boden untersucht.

Calciumarsenat und Bandan erhöhten den Helminthosporiumbefall von *Poa pratensis* sowie die Welkeanfälligkeit und reduzierten Trieb- und Wurzelwachstum, förderten die Fildbildung aber beträchtlich. Die Tendenz zur Verfilzung war hier mit völligem Mangel an Regenwurmmaktivität verbunden. Bandanrückstände befanden sich fast nur im Rasenfild. Calciumarsenat war stärker in den oberen Bodenschichten verbreitet. Benefin, DCPA und Siduron ergaben keine signifikanten Unterschiede zur Kontrolle, was Welke, Helminthosporiumbefall, Regenwurmbesatz, Wurzeln und Rhizome sowie Fildbildung anbetrifft.

W. Skirde, Gießen

Schwefelsäurebehandlung kalkhaltiger Böden: Einfluß auf Wachstum und Chlorophyllgehalt von Bermudagrass im Glashaus (Sulfuric acid applications to calcareous soils: Effects on growth and chlorophyll content of common Bermudagrass in greenhouse)

J. RYAN, J. L. STROHLEIN S. MIYAMOTO; Agronomy J. 67. 633–637, 1975.

Bei Bermudagrass, *Cynodon dactylon*, tritt auf Kalkböden mit geringer Eisenverfügbarkeit oft Eisenmangel mit Chlorose in Rasenflächen auf. Versuche zur Beseitigung dieser Erscheinung wurden mit einem schwefelsäurereichen Material aus der Kupferindustrie durchgeführt. Als Vergleich dienten Eisensulfat, Eisenchelat und ein eisenhaltiges Kupfernebenprodukt.

Das hochkonzentrierte Schwefelsäurematerial beeinflusste das Graswachstum durch Beseitigung von Eisenmangel am stärksten. Verschiedene Applikationsweisen bei gleicher Anwendungsmenge führten zu keinen Unterschieden. Oberflächenanwendung von Schwefelsäure erhöhte den Chlorophyllgehalt, war aber weniger effektiv als Eisensulfat und Eisenchelat. Auch die Anreicherung von Beregnungswasser mit 3% an H_2SO_4 führte zur Beseitigung von Chlorose.

W. Skirde, Gießen

Physikalische Eigenschaften von Bodengemischen für den Bau von Golfgreens (Physical characteristics of soil mixtures used for Golfgreen construction)

K. W. BROWN, R. L. DUBBLE; Agronomy J. 67. 647–652, 1975.

Es gibt wenig Ergebnisse über physikalische Eigenschaften hergestellter Golfgreens. Ein entsprechender Versuch wurde mit verschiedenen Sanden und Bodengemischen durchgeführt. Einbezogen wurden ferner eine Sandschicht zwischen Bodengemisch und Dränschicht aus Kies.

Die Infiltrationsrate nahm nach der Grasaussaat ab und verringerte sich weiterhin, wenn eine zusätzliche Oberflächenbelastung der in Töpfen hergestellten Aufbauten erfolgte. Gemische mit mehr als 3% an Ton hatten eine zu geringe Infiltrationsfähigkeit, um eine beispielbare Oberfläche zu gewährleisten. Gemische mit 5% Boden hatten eine verfügbare Wasserrückhaltung von 6,6 cm bei 35 cm Schichtdicke. Reine Sande hielten nur die halbe Wassermenge.

Die Einzeluntersuchungen bezogen sich insbesondere auf ungesättigte Wasserleitfähigkeit, Wasserrückhaltung, Volumengewicht, Wurzelmengeverteilung und Infiltrationsrate.

Als Endergebnis wird festgestellt, daß ein Gemisch aus Volumenanteilen von 85% Sand, 5% Boden und 10% Torf die besten physikalischen Verhältnisse ergibt. Die Wasserrückhaltung ist bei genügender Infiltration ausreichend, das Volumengewicht ist nach Verdichtung geringer als bei reinem Sand. Die zwischen Bodengemisch und Dränschicht eingebaute Sandschicht erwies sich als überflüssig, wenn der Hauptanteil der Dränschicht an Körnung zwischen 0,635 und 0,953 mm lag.

W. Skirde, Gießen

Reaktion von Bermudagrass auf Versalzung (Response of Bermudagrass to Salinity)

R. C. ACKERSON, V. B. YOUNGNER; Agronomy J. 67. 678–681, 1975.

Cynodon dactylon ist ein verbreitetes Gras für Rasen und Futterbau unter den Bedingungen von Salzböden. Obwohl *Cynodon dactylon* als salztolerant gilt, bestehen Unterschiede in der Salztoleranz der Sorten. Deshalb ist Züchtung auf höhere Salztoleranz für Rasen- und Futterzwecke erwünscht, was jedoch bessere physikalische Kenntnisse voraussetzt.

Berichtet wird über Versuche mit gestaffelten Lösungsmengen von NaCl, CaCl₂ und K₂SO₄. Das Trockengewicht des Sproßwachstums nahm mit zunehmender Salzkonzentration ab, Wurzelgewicht und Kohlenhydratgehalt stiegen aber an. Die Nettophotosyntheserate wurde bei hohen Salzmengen nicht beeinflusst, obwohl Blattwasser und osmotisches Potential geringer geworden waren. Eine Erhöhung der Ionenkonzentration von Na und Ca₂ in Sproß und Wurzeln war verbunden mit einer entsprechenden Reduktion an K- und Mg₂-Ionen, wenn sich NaCl und CaCl₂ in der Lösung befand. Wurde K₂SO₄ zum Ausgleich des osmotischen Potentials der Lösung benutzt, dann wurde die K-Ionenkonzentration in Sproß und Wurzeln erhöht, Ca₂ und Mg₂ verringert. Salztoleranz kann erhöht werden durch photosynthetische Umstellung von Sproß- auf Wurzelwachstum mit Kohlenhydratspeicherung, durch osmotischen Ausgleich durch Ionenersatz oder durch erhöhte Konzentration organischer Säuren.

W. Skirde, Gießen

Terminberichtigung!

Das Sportplatz-Seminar des BDLA (s. Seite 22 in diesem Heft) findet am 29./30. April in Bremerhaven statt.