

AUSWIRKUNGEN DER N-FORM VON HANDELS-DÜNGEMITTELN AUF DIE N-AUFNAHME EINER RASENDECKE

Effects of fertilizer N form on N uptake by turf

C. MEHNERT, G. VOIGTLÄNDER u. F. MÄDEL

Zusammenfassung

In einem dreijährigen Düngungsversuch (1977—1979) wurden in Freising-Weißenstephan (30 km nordöstlich von München) zwei landwirtschaftliche N-Dünger (Kalkammonsalpeter, Ammonsulfatsalpeter) in je 6 Teilgaben mit zwei Langzeit-N-Düngern verglichen. Die Langzeit-N-Komponenten waren Isobutylidendiharnstoff („Isodur“), verabreicht als „Floramid“ in 2 Teilgaben, und Ureaform, verabreicht als „Nitrozol“ in 1 Gabe. Die Unterteilung in 1 bis 2 bzw. 6 Einzelgaben folgt Praxis- bzw. Firmenempfehlungen.

Es wurden folgende Ergebnisse erzielt:

1. Die relative N-Ausnutzung lag bei Isodur im Vergleich zu Ammonsulfatsalpeter mit 86,4 Prozent erstaunlich hoch. Ureaform erreichte hingegen nur Werte um 50 Prozent.
2. Die zeitbezogene N-Nachlieferung aus Isodur nähert sich der aus Ammonsulfat- bzw. Kalkammonsalpeter. Lediglich im zeitigen Frühjahr erfolgt die N-Nachlieferung aus Isodur merklich langsamer als aus Kalkammon- und Ammonsulfatsalpeter.
3. Im Gegensatz zu Ureaform erreicht Isodur langjährig einen mit Kalkammon- und Ammonsulfatsalpeter vergleichbar guten Rasenaspekt.

Diskutiert werden die Anforderungen eines Langzeit-N-Düngers aus der Sicht der Pflege von Rasensportflächen.

Summary

A fertilizer trial over three years (1977—1979) at Freising-Weißenstephan (30 km northeast of Munich) compared two agricultural nitrogenous fertilizers—nitrochalk (KAS in German text and Tables) and ammonium sulphate/nitrate (ASS)—with two slow-release nitrogen fertilizers containing Isodur (IBDH = IBDU) and Ureaform (UF) respectively. All were applied according to normal practice or manufacturer's recommendation, as appropriate, the two agricultural fertilizers (KAS and ASS) in six dressings, IBDU (as Floramid) in two, and UF (as Nitrozol) in one.

The following results were obtained:

1. The relative N utilization with Isodur was astonishingly high, 86,4% of that with ASS. The corresponding figure for Ureaform was only 50,1%.
2. The rate of N release from Isodur approached that from ASS and KAS. Only in early spring it was markedly slower.
3. Unlike Ureaform, Isodur produced a satisfactory turf appearance throughout the trial, comparable to that from KAS and ASS.

The requirements for a slow-release nitrogen fertilizer from the point of view of sports turf maintenance are discussed.

Einführung

Der Aussagewert von Dünger-Vergleichsversuchen hängt in großem Maße nicht nur von der Versuchsanlage und -durchführung, sondern auch von ihrer Laufzeit ab. Üblicherweise laufen Dünger-Vergleichsversuche über drei Versuchsjahre, soweit möglich, schließt sich eine Beobachtung im Folgejahr zur Feststellung einer eventuellen Nachwirkung an. In der Auswertung wird nun davon ausgegangen, daß der eingesetzte Dünger im Versuchszeitraum seine sichtbare Wirkung auf die Pflanze erbracht hat. Demnach wäre ein Dünger-Vergleichsversuch nur beschränkt aussagefähig, wenn der Versuchszeitraum für die Nährstoffnachlieferungsdauer eines Düngers zu gering bemessen ist. Konkreter Anlaß für diese Feststellung ist die Frage: Ab welcher und bis zu welcher Wirkungsdauer eines Düngers sollte von einer Langzeitdüngere Wirkung gesprochen werden?

Material und Methoden

1. Versuchsanlage

Der Dünger-Vergleichsversuch fand auf dem Versuchsfeld des Lehrstuhls für Grünlandlehre der Technischen Universität München in Freising-Weißenstephan statt. Der Versuchsstandort liegt etwa 30 km nordöstlich von München.

Tab. 1: Zusammensetzung der beiden Ansaatmischungen
Composition of the two seed mixtures used

Sportrasen-Mischung 1	
60% <i>Lolium perenne</i>	LORETTA
15% <i>Poa pratensis</i>	BARON
10% <i>Poa pratensis</i>	PARADE
15% <i>Festuca rubra comm.</i>	BARFALLA
Sportrasen-Mischung 2	
40% <i>Lolium perenne</i>	MANHATTAN
20% <i>Poa pratensis</i>	BARON
20% <i>Poa pratensis</i>	PARADE
15% <i>Festuca rubra comm.</i>	KOKET
5% <i>Phleum nodosum</i>	S 50

Die Ansaat der Versuchsflächen erfolgte am 9. 6. 1976 mit zwei verschiedenen Gräsermischungen. Die Mischungszusammensetzung ist aus Tabelle 1 zu entnehmen. Die Ansaatmenge von beiden Mischungen betrug jeweils 15 g/m².

Der anstehende Boden ist ein stark lehmiger Sand mit Gehaltswerten von 20 mg K₂O und etwa 40 mg P₂O₅/100 g Bo-

den. Der Boden ist demnach hoch mit Kali (nach dem Bewertungsschema des VDLUFA in der als „anzustrebend“ bezeichneten Klasse C) und sehr hoch mit Phosphat (entspricht Klasse E) versorgt. Auch die Magnesium-Versorgung ist mit 15 mg/100 g Boden als hoch (Klasse C) zu bezeichnen.

Die Rasenflächen konnten beregnet werden. Die Berechnung wurde aber sehr sparsam, d. h. nur dann eingesetzt, wenn es galt, den Rasen vor Trockenschäden zu bewahren.

Die Rasenfläche war nahezu eben und auf dem Oberhang eines sehr breiten Hügels gelegen. Sie war von allen Seiten für Wind und Sonne offen, also klimatisch kein Sonderstandort.

2. Düngung

Während aller Versuchsjahre erhielt die Rasenfläche jährlich eine Grunddüngung von 9 g P₂O₅/m² und 20 g K₂O/m². Das N-Niveau wurde in diesem Versuch auf 30 g N/m² festgelegt; es entspricht in etwa dem Düngungsniveau stärker belasteter Rasenflächen. Auf eine Belastung des Rasens wurde aber aus versuchstechnischen Gründen verzichtet.

Die verwendeten N-Dünger waren:

Ammonsulfatsalpeter 26 Prozent N (ASS) :

N = 7 Prozent Nitrat-N

19 Prozent Ammonium-N

Kalkammonsalpeter 26 Prozent N (KAS) :

N = 13 Prozent Nitrat-N

13 Prozent Ammonium-N

Isodurhaltiges Produkt (IBDH) Handelsname „Floramid“

32 Prozent N :

N = 9,6 Prozent Amid-N

22,4 Prozent Isobutylidendiarnstoff aus „Isodur“

Ureaformhaltiges Produkt (UF)¹ Handelsname „Nitrozol“

38 Prozent N :

N = 38 Prozent Ureaform-N

Die hier genannten Abkürzungen werden in der Arbeit auch anstelle des ausgeschriebenen Begriffes verwendet. Die in Tabelle 2 genannte Zahl an Düngergaben entspricht Praxiserfahrungen im Einsatz von landwirtschaftlichen N-Düngern und, was die Langzeitdünger betrifft, den Empfehlungen der jeweiligen Vertriebsfirmen.

Tab. 2: Eingesetzte N-Dünger, Zahl der Düngergaben und N-Menge je Gabe
N fertilizers used, number of applications and N rate per dressing

N-Dünger	N-Gehalt (%)	Zahl der Düngergaben	N-Menge/Gabe (g/m ²)
Kalkammonsalpeter	26	6	5
Ammonsulfatsalpeter	26	6	5
Isodurhaltiges Produkt (IBDH)	32	2	15
Handelsname „Floramid“			
Ureaformhaltiges Produkt (UF)	38	1	30
Handelsname „Nitrozol“			

¹ = zur Zusammensetzung von Ureaformen siehe Literaturangaben in JÜRGENS-GSCHWIND (1974)

Die Versuchsanlage war ein randomisierter Versuch mit je 4 Wiederholungen der 4 N-Düngerformen. Diese waren zu gleichen Teilen auf den beiden Ansaatflächen gelegen. Die Parzellengröße betrug 4 m². Die Zahl der Düngergaben pro Jahr und die Düngermenge je Gabe sind Tabellé 2 zu entnehmen. Sämtliche Düngermengen wurden für jede Parzelle einzeln abgewogen und von Hand auf abgetrockneten Rasen gestreut; Verätzungserscheinungen wurden in diesem Versuch deshalb nicht beobachtet. Die Düngemittelmengen an UF und IBDH wurden über den Versuchszeitraum hinweg jeweils demselben Sack entnommen; evtl. Chargenunterschiede in der N-Löslichkeit kommen als Ursache für eine unterschiedliche N-Wirkung der einzelnen Dünger demnach nicht in Betracht.

3. Versuchsbeerntung und Schnittgutanalysen

Der Schnitt erfolgte mit einem Vakuum-Rotormäher, das Schnittgut wurde in einem Grasfangkorb gesammelt. Je Parzelle wurde das Schnittgut von 2 m² Rasenfläche zur Berechnung der Schnittgutmenge herangezogen. Die Schnitthöhe betrug stets 4 cm, gemäht wurde bei einer Wuchshöhe der mit landwirtschaftlichen Düngern gedüngten Versuchspartellen von etwa 10 cm. Zum Schnittzeitpunkt war der Rasen jeweils abgetrocknet.

Das Schnittgut jeder Düngervariante wurde getrennt nach Ansaatmischungen untersucht. Die Unterschiede im Schnittgut der einzelnen Mischungen waren aber gleichsinnig und insgesamt gering, so daß sich die Angaben in dieser Arbeit auf den Mittelwert aus beiden Saatvarianten beschränken.

500 g Schnittgut einer jeden Parzelle wurden sofort nach dem Mähen bei 65 °C 20 Stunden lang getrocknet. Nach Feststellung des Trockengewichtes durch Restwasserbestimmung wurden die Trockensubstanzmengen von Parzellen gleicher Stickstoffbehandlung innerhalb einer Saatmischung gemischt und vermahlen. Die Pflanzeninhaltsstoffe, hier Gesamt-N und NO₃-N, wurden entsprechend den Methoden des Verbandes der Deutschen Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) analysiert.

4. Witterung im Versuchszeitraum 1977—1979

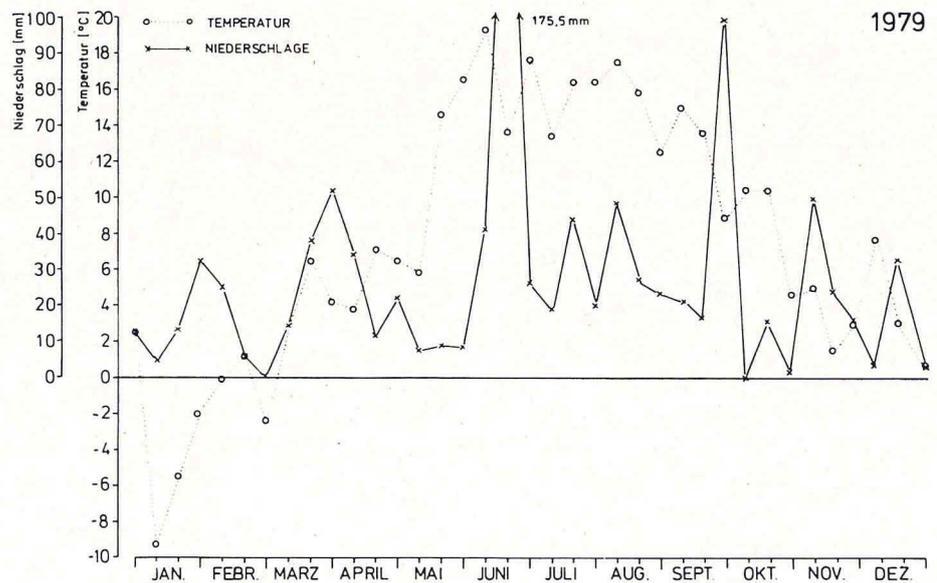
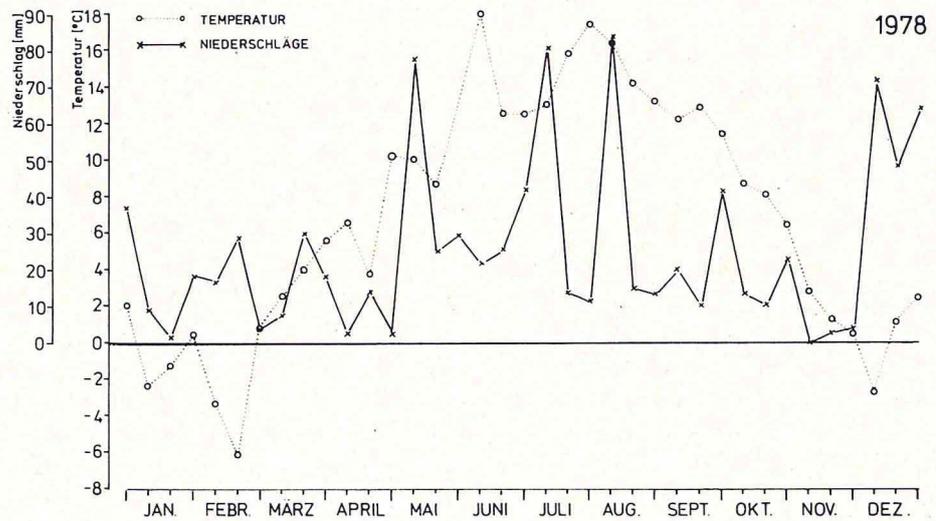
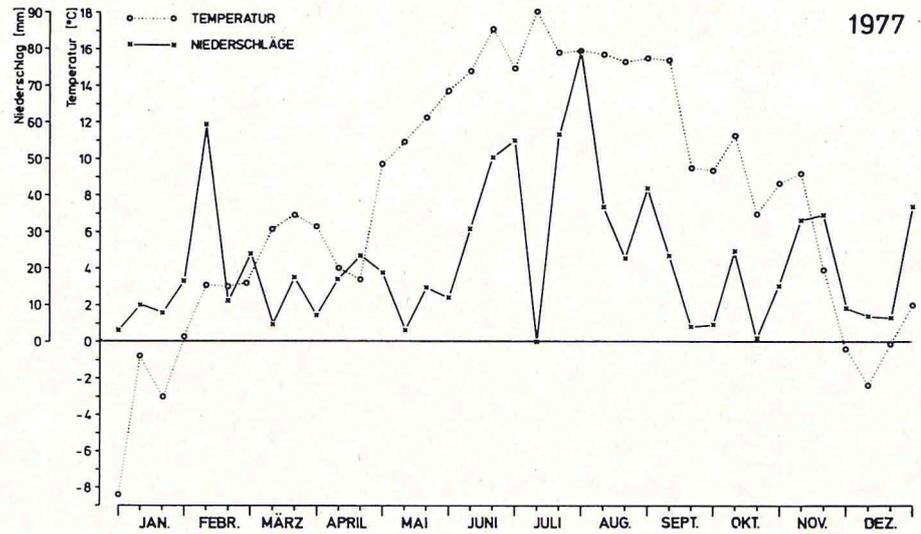
Die meteorologischen Daten wurden in der Klimastation des Deutschen Wetterdienstes in Weihenstephan, etwa 100 m von der Versuchsfläche entfernt, aufgezeichnet. In Darstellung 1 sind die Dekadenmittel der Tagestemperaturen und die Niederschläge als Dekadensummen in den Versuchsjahren angegeben.

Ergänzend sei hierzu angefügt, daß die Tagesdurchschnittstemperatur in 1977 8,2 °C, in 1978 7,0 °C und in 1979 7,6 °C an diesem Standort betrug. Die Jahressummen im Niederschlag lagen 1977 bei 823, 1978 bei 759 und 1979 bei 976 mm. Das langjährige Jahresmittel in der Temperatur ist 7,7 °C und im Niederschlag 814 mm.

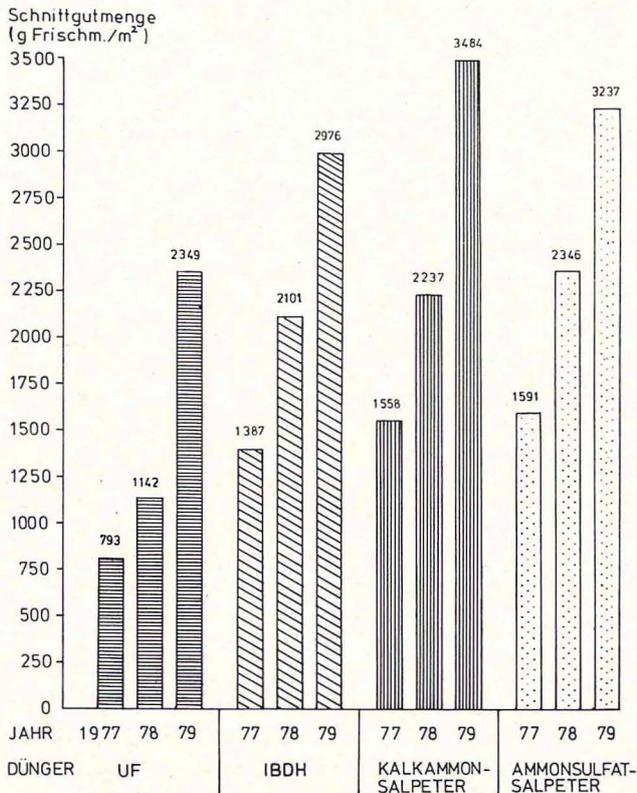
Ergebnisse

1. Schnittgutmengen (Frischmasseerträge)

Die Schnittgutmengen in den Versuchsjahren 1977 bis 1979 sind in Darstellung 2 als Jahresgesamtertrag wiedergegeben. Eine Ausnahme hiervon stellt nur das Jahr 1977 dar; hier konnte die versuchsmäßige Beerntung der Fläche wegen eines technischen Defekts am Erntegerät erst am 3. Juni be-



Darst. 1: Niederschlagsverteilung und Temperaturverlauf während der Jahre 1977—79 (Monate sind in Dekaden aufgeteilt) am Versuchsstandort Freising-Weißenstephan
 Precipitation and temperature, 1977—79 (months subdivided into thirds), at the trial site at Freising-Weißenstephan



Darst. 2: Gesamt-Schnittgutmenge (g/m²) der Versuchsvarianten in den Jahren 1977—79
Total yield of cuttings, 1977—79 (g/m² fresh wt.)

ginnen. Es fehlen deswegen die Aufzeichnungen von zwei Schnitten zu Beginn der Vegetationszeit. Im Verlauf des Jahres 1977 ließ zudem das Wachstum in der Ureaform-Variante so stark nach, daß statt 8 nur 5 Schnitte ordnungsgemäß gewonnen werden konnten; bei der Isodur-Variante ergaben sich 7 Schnitte.

Die Ergebnisse der erzielten Gesamt-Schnittgutmenge zeigen eindeutig, daß sich die landwirtschaftlichen N-Dünger Kalkammonsalpeter und Ammonsulfatsalpeter in ihrer Wirkung im Versuchszeitraum nur wenig voneinander unterscheiden. Bei diesen beiden Düngervarianten wurden die höchsten Schnittgutmengen festgestellt.

Die großen Jahresunterschiede in der absolut geernteten Schnittgutmenge sind neben Witterungseinflüssen sicher auch auf die zunehmende Narbendichte und vermutlich auf die Entwicklung des Wurzelsystems zurückzuführen. Der Einfluß der Jahreswitterung auf die Schnittgutproduktion war in allen Düngervarianten gleich stark. Er verwischte somit nicht die Unterschiede zwischen den einzelnen Düngervarianten.

Mit der Wachstumsentwicklung in den Varianten mit Kalkammonsalpeter und Ammonsulfatsalpeter konnte überraschend nur IBDH mithalten, während Ureaform in den ersten 2 Versuchsjahren jeweils etwa nur die Hälfte des Schnittgutertrages der beiden Mineraldünger erbrachte. Im 3. Versuchsjahr erreichte die Schnittgutmenge nach Ureaform-Düngung das Niveau des 2. Versuchsjahres der anderen Versuchsdünger. Die Annäherung der Schnittgutmenge nach Ureaform-Düngung an die der anderen Versuchsdünger im letzten Versuchsjahr kann nicht als eine Fol-

ge der Freisetzung der nunmehr addiert wirkenden Längstzeitkomponenten von Ureaform aus dem 1. und 2. Versuchsjahr angesehen werden. In einer einjährigen Nachbeobachtungsphase ohne zusätzliche N-Düngung im Jahre 1980 unterschied sich jedenfalls die Ureaform-Parzelle nicht von den anderen Varianten.

2. Gehalt an Gesamt-N im Schnittgut

Die N-Düngung übt einen deutlichen Einfluß auf die stoffliche Zusammensetzung des Schnittgutes aus. So steigt der Gehalt an Rohprotein mit zunehmenden N-Gaben an, die Ausbildung von Festigungsgeweben und Reservestoffen wird aber geschmälert (SKIRDE 1982). Die besondere Bedeutung der N-Düngung liegt im raschen Aufbau eines leistungsfähigen Assimilationsapparates (KLAPP 1967), eine Tatsache, die besonders in strapazierten Rasenflächen für die Regeneration der Grasnarbe von größter Bedeutung ist. Die N-Gehalte im Schnittgut aus den Jahren 1978 und 1979 verhalten sich in den verschiedenen Düngervarianten deutlich unterschiedlich. Wie aus Tabelle 3 zu entnehmen ist, weist die Ureaformparzelle stets die geringsten N-Gehalte auf. Kalkammonsalpeter und Ammonsulfatsalpeter setzen sich in den N-Gehaltswerten in allen Jahren von den mit Langzeit-N-Düngern behandelten Parzellen ab.

Tab. 3: Mittelwert der N-Gehalte im Schnittgut (% N in der TM) im Vergleichszeitraum 1977—1979
Mean N content of cuttings (% N in dry matter) in trial period, 1977—1979

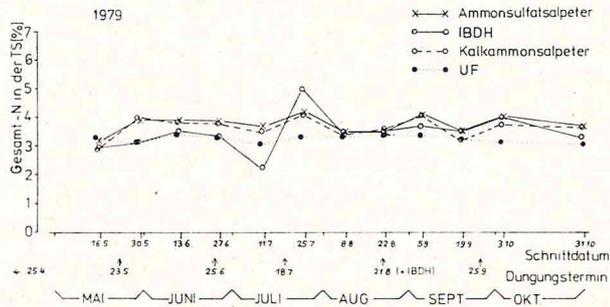
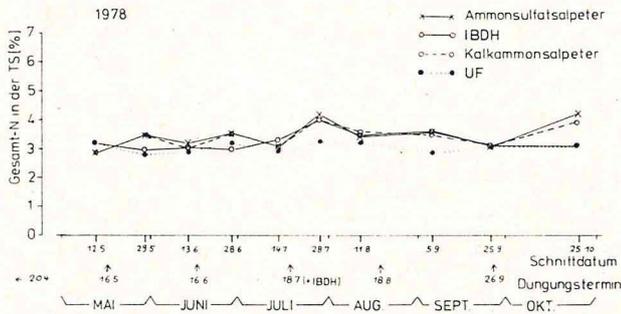
Zahl der Schnitte	Düngervarianten			
	ASS	KAS	IBDH	UF
1977 8	3,25	3,21	2,97 (7 Schnitte)	2,44 (5 Schnitte)
1978 10	3,48	3,43	3,27	2,89
1979 12	3,77	3,70	3,54	3,25

ASS = Ammonsulfatsalpeter IBDH = Isodurhaltiges Produkt
KAS = Kalkammonsalpeter UF = Ureaformhaltiges Produkt

Im mittleren N-Gehalt des Schnittgutes liegt in jedem Jahr die IBDH-Variante wesentlich näher zur Kalkammon- und Ammonsulfatsalpeter- als zur Ureaform-Variante. Auffallend ist, wie aus Darstellung 3 zu entnehmen ist, daß in beiden Jahren das Schnittgut aus der IBDH-Variante im Frühjahr und Frühsommer dem aus der Ureaform-Parzelle vergleichbar ist, um sich dann ab Mitte Juli im N-Gehalt dem der Ammonsulfat- und Kalkammonsalpeter-Varianten anzupassen. IBDH reagiert demnach in seiner N-Freisetzung wesentlich stärker auf Temperaturerhöhung im Boden als das im Nitrozol enthaltene Ureaform.

3. Gehalt an NO₃-N im Schnittgut

Der Nitratgehalt in der Pflanze gibt Hinweise, ob die der Pflanze zur Aufnahme zur Verfügung stehende N-Menge noch zu Protein verarbeitet werden kann oder ob dieser Punkt bereits überschritten ist. Ist letzteres der Fall, dann reichert sich NO₃ in der Pflanze an. Nach KLAPP (1971) braucht die Pflanze mindestens 0,1 bis 0,25 Prozent NO₃-N in der Trockenmasse, um den Stickstoff optimal in N-haltige organische Substanz umzubauen. Junges Pflanzen-gewebe weist einen höheren NO₃-Gehalt auf als älteres.



Darst. 3: N-Gehalt in der Trockensubstanz in den einzelnen Schnitten in den Jahren 1978 und 1979
N content of separate harvests, 1978 and 1979 (total N as % of DM)

Überhöhend wirken sich Lichtmangel, niedrige Temperatur und starke Trockenheit auf den Nitratgehalt der Gräser aus. Überhöhte Nitratgehalte weisen daher auf ungünstige Wachstumsbedingungen hin.

Die Nitratgehalte im Schnittgut weisen zwar gewisse Jahresunterschiede auf, wie aus Tabelle 4 zu ersehen ist, sind aber zwischen den einzelnen Varianten sehr einheitlich. Die Gehaltswerte im Jahr 1977 sind gegenüber denen von 1978/79 als leicht überhöht anzusehen.

Tab. 4: Mittlerer NO₃-Gehalt im Schnittgut (% NO₃-N in der Trockenmasse)
Mean NO₃ content of cuttings (% NO₃ — N in dry matter)

Jahre	Düngervarianten			
	ASS	KAS	IBDH	UF
1977	0,71	0,68	(0,67)	(0,73)
1978	0,48	0,48	0,47	0,50
1979	0,52	0,56	0,47	0,48

4. Trockensubstanz-Gehalte

Der Trockensubstanz-Gehalt des Schnittgutes kann als indirekter Maßstab für die Strapazierfähigkeit des Blattmaterials herangezogen werden (SKIRDE 1982). Dabei ist davon auszugehen, daß ein hoher Trockensubstanzgehalt des Blattes auch einen hohen Strukturkohlenhydratgehalt (Lignin, Cellulose) anzeigt und das Blatt daher strapazierbarer ist. Aus Tabelle 5 ist zu erkennen, daß die Kalkammon- und Ammonsulfatsalpeter-Parzellen, die alle einen höheren N-Gehalt im Schnittgut aufweisen, auch einen gegenüber den Langzeit-N-Varianten um etwa 1 Prozent geringeren

Tab. 5: Trockensubstanz-Gehalte im Schnittgut (% TS in der Frischmasse); Jahresmittel der einzelnen Versuchsvarianten (1977 mit verschiedener Schnitthäufigkeit bei den Varianten „IBDH“ und „Ureaform“)
Dry matter content of cuttings (DM as % of fresh wt.); annual means of treatments (NB different cutting frequency for IBDH and UF in 1977)

Jahre	Düngervariante			
	ASS	KAS	IBDH	UF
1977	24,59	24,49	(25,44)	(27,30)
1978	25,58	25,29	26,15	26,13
1979	25,43	24,74	26,69	26,08

Trockensubstanzgehalt haben. 1978 und 1979 wird nach IBDH-Düngung ein höherer oder zumindest doch gleich hoher TS-Gehalt als nach Ureaform-Düngung erreicht, obwohl doch gerade Ureaform die geringsten N-Gehalte in der Trockensubstanz verursachte.

5. Verlauf des jährlichen N-Entzuges

Nach den bis jetzt genannten Ergebnissen kann abgeleitet werden, daß zumindest in den Jahren 1978/79 die Gräser sehr vital und damit in der Lage waren, freiwerdenden Stickstoff im Boden sofort aufzunehmen und in Pflanzenmasse umzusetzen. Der Verlauf des N-Entzuges aus dem Boden kann demnach als Maß für die N-Freisetzung aus den eingesetzten Düngern herangezogen werden.

Die in Darstellung 4 angegebenen Entzugskurven zeigen eine bei Kalkammonsalpeter und Ammonsulfatsalpeter nahezu vollständige Übereinstimmung. Jahresunterschiede ergeben sich ganz deutlich aus dem Witterungsverlauf des jeweiligen Jahres. Auffallend ist der ähnliche Verlauf der N-Freisetzung aus IBDH zu dem aus Ammonsulfatsalpeter und Kalkammonsalpeter. Im Gegensatz zu Ureaform war IBDH immer in der Lage, der Pflanze während günstiger Witterungsbedingungen noch ausreichend N zur Verfügung zu stellen. Die Pflanze wurde mit IBDH während der Hauptwachstumszeit stets ausreichend mit N versorgt, obwohl die Gesamt-N-Menge pro Jahr im Vergleich zu den 6mal ausgebrachten leichtlöslichen Düngern nur in zwei Gaben ausgebracht worden war. Ureaform konnte dagegen vor allem im Sommer nicht ausreichend Stickstoff nachliefern, um die TS-Bildung der Gräser voll auszunutzen. Witterungseinflüsse auf die N-Freisetzung aus Ureaform sind im Sommer 1979 sehr deutlich zu erkennen, wo nach sehr hohen Niederschlägen im Juni der N-Entzug dem aus den anderen Düngern zumindest zeitweise gleichkommen konnte. Ein sehr trockener Mai zuvor hatte sowohl Ureaform als auch IBDH in ihrer N-Freisetzung deutlich gegenüber Kalkammonsalpeter und Ammonsulfatsalpeter zurückfallen lassen.

6. Gesamt-N-Entzug

Der Gesamt-N-Entzug gibt an, welchen Ausnutzungsgrad ein Dünger in der Vegetationszeit erbrachte. In Feldversuchen ist dabei aber zu berücksichtigen, daß ebenfalls eine N-Nachlieferung aus der organischen Substanz des Bodens erfolgt. Kann, wie in diesem Falle, die N-Nachlieferung aus dem Boden über die Erträge aus der Null-Parzelle nicht errechnet werden, so werden sie dem Ausnutzungsgrad des Düngers zugerechnet und verfälschen ihn um den Anteil des Bodenstickstoffs.

Es wird hierbei von einem „scheinbaren Ausnutzungsgrad“ nach FINCK (1978) gesprochen. Auf die Anlage von Null-Parzellen mußte verzichtet werden. Wie sich in früheren Versuchen schon ergab, lassen sich Rasenflächen mit einem hohen Anteil an *Lolium perenne* ohne N-Düngung an diesem Standort über einen Versuchszeitraum von 3 Jahren nicht erhalten.

Der Gesamt-N-Entzug pro Schnitt ist aus den verschiedenen gedüngten Rasenflächen im Jahresverlauf in Darstellung 4 angegeben. Der Gesamt-N-Entzug pro Jahr ist in Tabelle 6 genannt. Für das Jahr 1977 ist einschränkend anzumerken, daß die Zahl der Schnitte aufwuchsbedingt zwischen den Düngervarianten differierte. Die Werte sind daher nur teilweise vergleichbar, unterscheiden sich aber in ihrer Tendenz

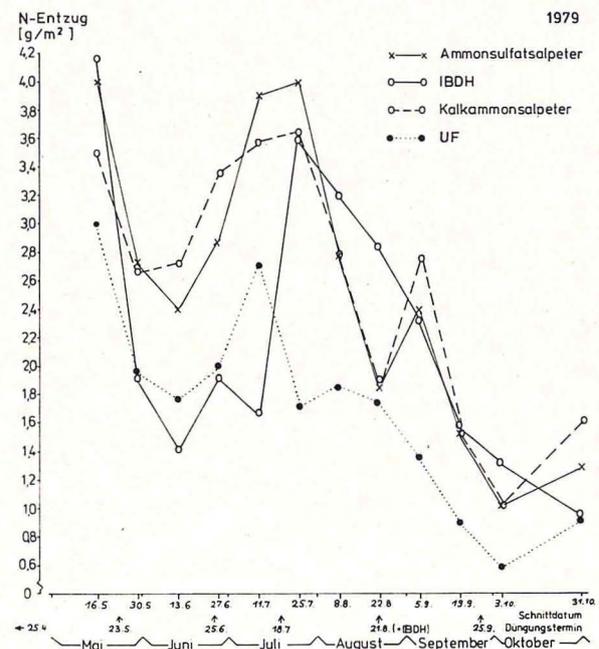
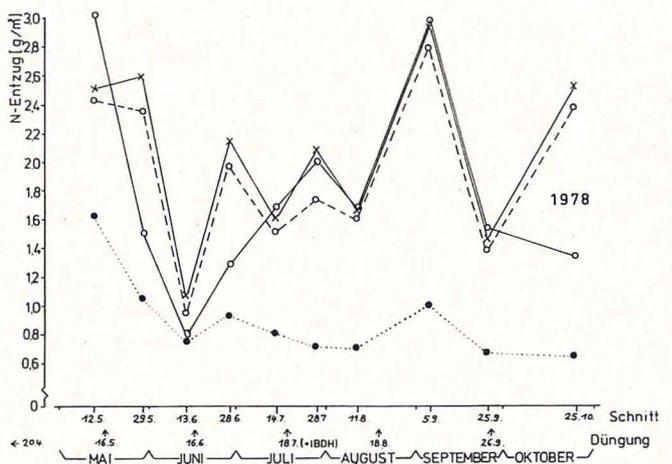
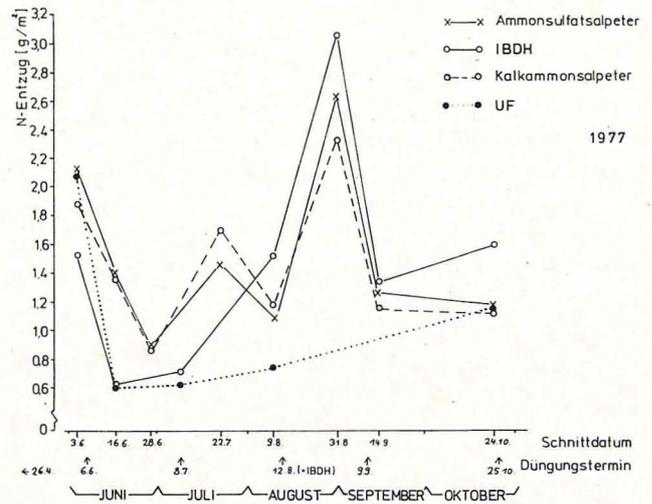
Tab. 6: Gesamt-N-Entzug pro Jahr in g N/m² im Versuchszeitraum 1977—1979 und relativer Ausnutzungsgrad in %; Jahresgesamt-N-Düngermenge: 30 g N/m²; (1977 mit verschiedener Schnitthäufigkeit bei den Varianten „IBDH“ und „Ureaform“)
Total N removal in each of the three trial years 1977—79, as g/m² and as a percentage of the total annual application of 30 g/m² (NB different cutting frequency for IBDU and UF in 1977)

Jahre	Düngervarianten			
	ASS	KAS	IBDH	UF
1977				
Entzug	12,07	11,61	(10,40)	(5,21)
Rel. Ausnutzung in %	40,2	38,7	(34,7)	(17,4)
1978				
Entzug	20,46	19,14	17,85	9,00
Rel. Ausnutzung in %	68,2	63,8	59,5	30,0
1979				
Entzug	31,32	30,68	26,88	19,74
Rel. Ausnutzung in %	>100	>100	89,6	65,8

nicht von denen der übrigen Jahre. Während IBDH nach Tabelle 7 relativ zur Ammonsulfatsalpeter-Variante in jedem Jahr etwa 86 Prozent des N-Entzuges erbrachte, lag Ureaform 1977 und 1978 bei etwa 44 Prozent, nur im Jahre 1979 konnte es sich, bedingt durch günstige Witterungs- und dadurch auch wahrscheinlich günstigere Umsetzungsbedingungen, auf 63 Prozent (relativ) steigern. Daß diese besser gewordene scheinbare N-Ausnutzung nicht auf Nachwirkungseffekte aus dem Dünger der Vorjahre zurückzuführen ist, geht aus der Tatsache hervor, daß die absoluten Minderentzüge an N bei Ureaform gegenüber Ammonsulfatsalpeter, Kalkammonsalpeter und IBDH praktisch gleich geblieben

Tab. 7: Nährstoffentzug der mit unterschiedlichen N-Formen gedüngten Rasenparzellen, relativ zur ASS-Variante
Removal of N from the turf plots fertilized with different N forms, as % of the ASS figures

Jahre	Düngervarianten			
	ASS	KAS	IBDH	UF
1977	100	96,3	86,1	43,3
1978	100	93,5	87,2	44,0
1979	100	98,0	85,9	63,0
∅	100	95,9	86,4	50,1

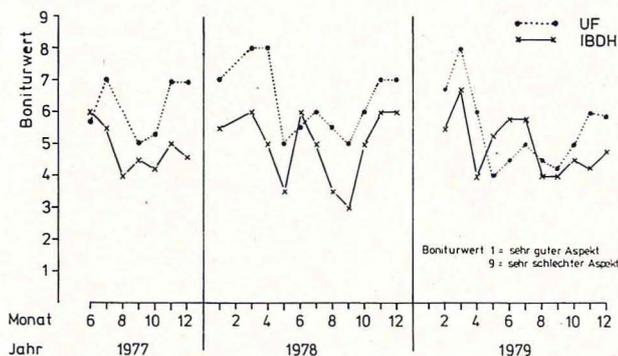


Darst. 4: N-Entzug/Schnitt in den einzelnen Düngervarianten in den Jahren 1977—1979
N removal at each harvest, 1977—79 (g/m² N)

ben sind, auch im 3. Versuchsjahr. Im Mittel der 3 Versuchsjahre erbrachte Ureaform 50 Prozent der N-Lieferung aus Ammonsulfatsalpeter. IBDH setzte sich in seiner N-Freisetzung mit 86,4 Prozent relativ zu Ammonsulfatsalpeter deutlich von Ureaform ab.

7. Monatsaspekt

Von allen Versuchsvarianten wurde im Versuchszeitraum der Monatsaspekt, d. h. der Gesamteindruck der Fläche, bonitiert. Boniturrichtschnur waren die strengen Bonitierungsregeln des Bundessortenamtes. Das Ergebnis ist in Darstellung 5 wiedergegeben. Die fehlenden Boniturwerte sind auf Monate mit Schneebedeckung zurückzuführen. In den Jahren 1978 und 1979 wird deutlich, daß die schlechtesten Aspektnoten immer im März gegeben wurden. Die



Darst. 5: Aspekt-Boniturwerte für die Varianten „IBDH“ und „Ureaform“ im Versuchszeitraum 1977—1979. Turf appearance scores for IBDU and UF, 1977—79 (1 best)

schnelle Aspektverbesserung im April ist dann aber düngerabhängig gewesen. Leichtlösliche N-Anteile im Dünger sind hier von Vorteil. Je unvollständiger, feuchtigkeits- und temperaturabhängiger die N-Freisetzung aus dem Stickstoffdünger ist, desto langsamer verläuft die Aspektverbesserung des Rasens im Frühjahr, aber auch die Stoffproduktion im Sommer. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist in Darstellung 5 der Verlauf des Monatsaspekts nur für IBDH und Ureaform über den Gesamtversuchszeitraum aufgeführt. Die Boniturnoten der mit IBDH gedüngten Parzellen entsprachen weitgehend denen, die mit Ammonsulfatsalpeter bzw. Kalkammonsalpeter gedüngt worden waren. Lediglich im Frühjahr waren letztere um etwa 0,5 Punkte besser. Die mit Ureaform gedüngten Rasenflächen erhielten wegen ihres deutlich verminderten Wachstums in der Regel eine schlechtere Bewertung als die mit Kalkammonsalpeter, Ammonsulfatsalpeter oder IBDH gedüngten Parzellen.

Diskussion der Ergebnisse

Die in dieser Arbeit mitgeteilten Ergebnisse stimmen in der Tendenz ihrer Aussage mit denen von OPITZ von BOBERFELD (1980) überein.

Unser Versuch wurde aber nur an einem Versuchsstandort durchgeführt. Zur Bewertung der hierbei gewonnenen Aus-

sagen ist es notwendig, darauf hinzuweisen, daß der Versuchsstandort Freising-Weihenstephan für südbayerische Klimaverhältnisse zu den bevorzugten zählt. Die Stickstoff-Freisetzung (Mineralisation) aus Langzeitdüngern hängt außerordentlich stark von der hydrolytischen Enzym-Aktivität der Bodenorganismen ab (HEMMERSBACH 1980; PRÜN 1981). Relativ hohe Niederschläge in der Vegetationszeit und vergleichsweise hohe Jahresmitteltemperaturwerte bieten beste Voraussetzung für die N-Freisetzung aus Langzeitdüngern. Wenn dennoch die Unterschiede zwischen Isodur und Ureaform so deutlich auftreten, dann fragt man sich nach der Bedeutung des Wortes „Langzeit-N-Dünger“. Der Anwender eines Langzeitdüngers fordert für Rasensportflächen eine dem Düngungsniveau angepaßte N-Wirkung im Anwendungsjahr. Der Langzeitdünger sollte eine gegenüber leichtlöslichen Mineraldüngern deutlich geringere Zahl an Streugängen benötigen, jedoch eine diesen vergleichbare Ausnutzungsrate aufweisen. Desweiteren müssen während Zeiträumen mit idealen Witterungsvoraussetzungen ausreichende N-Mengen kurzfristig freigesetzt werden können, um das Regenerationswachstum des Rasens zu fördern. Eine eventuell eintretende Nachwirkung im Folgejahr wird akzeptiert, sie sollte aber nicht die eigentliche Wirkung im Düngjahr stark einschränken. Die Hauptwirkung des Langzeitdüngers sollte im Anwendungsjahr sichtbar werden, und sie sollte deutlich höher sein als die Nachwirkung. Insgesamt sollte ein Langzeit-N-Dünger in seiner Wirkung berechenbar bzw. kalkulierbar bleiben. Wird festgehalten, daß die Untersuchungsjahre für diesen Standort als Jahre mit normalem Witterungsverlauf zu bezeichnen sind, so erfüllte nur IBDH die Anforderung an einen Rasendünger mit Langzeit-N-Wirkung. Ureaform erreichte in Bezug auf die N-Freisetzungsraten und die Ausnutzungsergebnisse kein befriedigendes Ergebnis.

Literatur

- FINCK, A., 1978: Dünger und Düngung. Verlag Chemie, Weinheim u. New York.
- HEMMERSBACH, E. A., 1980: Einfluß mehrjähriger Anwendung von Rasendüngern auf Gebrauchsrasen. *Rasen-Turf-Gazon* 11. 22—31, 50—57, 78—84.
- JÜRGENS-GSCHWIND, S., 1974: Langsamwirkende Stickstoffdünger — ihre Eigenschaften und Vorteile. *Mitteilungen für den Landbau* 4/74, 1—67.
- KLAPP, E. 1967: Lehrbuch des Acker- und Pflanzenbaues. Verlag Paul Parey, 603 S.
- KLAPP, E., 1971: Wiesen und Weiden. 4. Auflage, Verlag Paul Parey, 620 S.
- OPITZ v. BOBERFELD, W., 1980: Zur Wirkung verschiedener Harnstoff-Aldehyd-Kondensationsprodukte in Abhängigkeit vom N-Aufwand auf Gebrauchsrasen. *Rasen-Turf-Gazon* 11. 86—92.
- PRÜN, H., 1981: Zur Rasendüngung mit Langzeitdüngern. *Rasen-Turf-Gazon* 12. 96—104.
- SKIRDE, W., 1982: Probleme bei der Düngung von Sport- und Freizeitflächen. *Neue Landschaft* 27. 597—608.

Verfasser: Dr. C. MEHNERT, Prof. Dr. G. VOIGTLÄNDER und F. MÄDEL, TU München, Lehrstuhl für Grünland und Futterbau, 8050 Freising-Weihenstephan.

RASENTENNISPLÄTZE IN DER CSSR

Grass tennis courts in Czechoslovakia

F. BURES

Zusammenfassung

Von den mehr als 3000 Tennisplätzen in der CSSR haben nur 7 Plätze eine Rasenoberfläche, und von diesen 7 Plätzen sind 5 Plätze privat. Die Zusammensetzung der Vegetationsschicht ist in den einzelnen Fällen verschieden, was die Eigenschaften des Spielplatzes beeinflusst. Die beste Ballreflexion haben die Tennisplätze in Nymburk. Bis auf eine Ausnahme haben alle Plätze eine ausgezeichnete Drän-schicht. Nur auf vier Tennisplätzen wurde ein zweckmäßiges Grasgemisch ausgesät. Es wurde zwar von den Möglichkeiten der Beschaffung des Saatgutes ausgegangen, aber dennoch wurde in der Aussaat der Anteil von *Poa pratensis*, *Agrostis tenuis*, *Festuca rubra*, *Cynosurus cristatus* und ein kleinerer Anteil von *Phleum nodosum* betont. Vier Tennisplätze haben eine neutrale Bodenreaktion und einer sogar eine alkalische Reaktion der Vegetationsschicht. Der Gesamtgehalt an Stickstoff schwankt von 0,08 Prozent bis 0,23 Prozent. Der Gehalt an aufnehmbaren Nährstoffen ist in drei Fällen sehr niedrig und in drei Fällen zufriedenstellend. Die durchschnittliche Belastung sind 10 Spielstunden wöchentlich.

Im Hinblick auf den relativ jungen Rasen wurde bisher keine Aeration durchgeführt. Düngung, Beregnung und Mähen erfolgen regelmäßig, aber bei ungleichem Niveau. Die Analysen, die im Jahre 1983 gewonnen wurden, werden einer zweckmäßigeren Herstellung von Rasentennisflächen dienen.

Summary

There are more than 3000 tennis courts in the CSSR but only seven are grass courts, and five of these are private. The seven courts differ in the character of the uppermost soil layer and therefore in playing characteristics. The courts at Nymburk give the best ball bounce. With one exception every court has an excellent drainage layer but, for reasons of seed availability, only four courts were sown with an appropriate seeds mixture. The important elements in the mixtures were *Poa pratensis*, *Agrostis tenuis*, *Festuca rubra*, *Cynosurus cristatus* and, in small amounts, *Phleum nodosum*. Four courts had a neutral soil reaction and one an alkaline reaction in the uppermost soil layer. The total nitrogen varied from 0,08 % to 0,23 %. The content of available nutrients was in three cases very low and in three satisfactory. The average use has been 10 hours of play per week. On these relatively young swards no aeration has so far been done. Fertilizing, irrigating and mowing are done regularly, but to varying standards. The information obtained in 1983 will serve as the basis for more effective maintenance of grass tennis courts in future.



Darst. 1: Rasentennisplätze in der CSSR
The grass tennis courts in the CSSR

Einführung

In diesem Jahr ist der tschechoslowakische Tennissport 90 Jahre alt. Seine Popularität im In- und Ausland ist in den letzten Jahren ungewöhnlich gestiegen. Einst war er nur für die Adligen, später für die Stadtbewohner, und jetzt wird er auch auf dem Lande allmählich zum Volkssport.

HÖHM (1982) führt an, daß der erste Tenniswettkampf in den böhmischen Ländern schon zwei Jahre nach dem ersten in Wimbledon im Park der Kinski-Fürsten in Chocen gespielt worden ist, und vor dem Jahre 1890 hat es in Böhmen schon ungefähr 500 Tennisplätze mit verschiedener Oberfläche gegeben (Sand, Beton, Ziegelgrus).

Der gegenwärtig rasch wachsenden Beliebtheit des Tennissportes entspricht nicht die Geschwindigkeit des Aufbaues von Tennisplätzen. Wahrscheinlich hemmen Gewohnheit, Unkenntnis und bauliche Unerfahrenheit eine schnellere Verbreitung anderer Oberflächen, so daß überwiegend Ziegelgrusplätze gebaut werden.

Im Jahre 1983 gab es in der CSSR 3000 Tennisplätze, überwiegend mit einer Ziegelmehloberfläche. Nur 7 haben eine Rasenoberfläche. Ihre Lage in der CSSR zeigt Darstellung 1. Den ersten Rasentennisplatz in der CSSR, der noch bespielt wird, ließ sich im Jahre 1975 der tschechoslowakische Wimbledon-Sieger von 1973, J. KODES, in Praha bauen.