

**Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau
in der
Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften**

**38. Jahrestagung vom 25. - 27. August 1994
in Cursdorf**

REFERATE und POSTER

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Sachgebiet Grünland und Futterbau
Wandersleben
September 1994



INHALTSVERZEICHNIS

TEIL A: REFERATE

	Seite
V. Sklenar: Grünlandextensivierung in Thüringen/KULAP, Programmteil B	1
H. Hochberg: Grünlandbewirtschaftung in Thüringen - Situation und Effekte	8
G. Breitschuh, H. Eckert: Konzept einer effizienten und umweltverträglichen Landbewirtschaftung	15
W. Peyker: Eignungsgebiete für den Maisanbau in Thüringen und Möglichkeiten des effizienten und umweltgerechten Anbaus durch agrotechnische Maßnahmen	21
W. Klöcker: Rindergülle - ohne und mit mineralischer Stickstoffergänzung auf Grünland	27
H. G. Kunz, M. Elsässer: Technische Maßnahmen zur Güllebehandlung und ihre Auswirkungen auf das Dauergrünland	34
J. Jasper: Zur Wirkung von DCD-haltigem N-Dünger auf Ertrag und Qualitätskriterien einer Weidelgrasnarbe	44
H. Jänicke: N-Lösungen zu Grasland auf verschiedenen Böden	51
R. Bartels, B. Scheffer: Wie läßt sich für Moorböden die Düngung des Grünlandes der extensiven Nutzung anpassen ?	58
F. Weißbach: Nährstoffüberschüsse und Betriebsmanagement im Futterbaubetrieb	65
R. Priebe, P. Zube, G. Weise: Milchproduktion auf extensiv bewirtschaftetem Grünland ?	73
H. Olschewski, G. Riehl: Ansätze zur Wiederherstellung von Dauergrünland in Sachsen	79
H. Hüging, M. Anger, W. Kühbauch: Stickstoffaustrag unter beweidetem Grünland bei intensiver und extensiver Bewirtschaftung	88

A. Oetmann, G. Spatz: Untersuchungen zur phänotypischen Variabilität von <i>Lolium perenne</i> L. in autochthonen Grünlandstandorten Deutschlands und ihre Bedeutung für den Schutz pflanzengenetischer Ressourcen in situ	94
N. Kühn, J. Pfadenhauer: Zusammensetzung der Samenbank unter Wiesen und Weiden	101
A. Milimonka, K. Richter: Einfluß der Wechselwirkungen zwischen Wiesenschwingel und Weißklee auf Triebbildung, Blattmerkmale, Inhaltsstoffe und Biomasseproduktion	111
M. Wachendorf: Untersuchungen zur Ertragsbildung und Qualitätsveränderung beim Rotklee	117
D. Hüß: Generative Diasporenbank (Samenbank) ausgewählter Grünlandstandorte der Bracheversuche Baden - Württemberg	125
J. Kralovec, K. Prach: Änderung der botanischen Zusammensetzung einer früher intensiv bewirtschafteten Wiese	132
U. Zobelt, U. Simon: Mehrjährige Beobachtungen zu Veränderungen in der botanischen Zusammensetzung von Blumenwiesen	139
 TEIL B: POSTERPRÄSENTATIONEN	
H. Olschewski, J. Enghardt, G. Riehl: Die FALKE Weide in Ehrenberg	146
G. Schalitz, A. Scholz, A. Fischer, W. Leipnitz, H. Käding: Landnutzungssystem Extensivweide auf Niedermoor - Auswirkungen auf abiotische und biotische Ressourcen	150
U. Küntzel: Stickstoffwirkung von Weidetierexkrementen auf Grünland	156
U. Thumm, G. Schnotz, H. Jacoh: Variierte Gülledüngung auf zwei Grünlandstandorten im Württembergischen Allgäu - Auswirkungen auf Pflanzenbestand, TM-Ertrag und Futterqualität	159
W. Opitz von Boberfeld: Modelluntersuchungen zum Einfluß variiertes Narbenbeschaffenheit und N-Düngung auf die Nitratsdynamik	163

L. Klempt, G. Spatz: Quantitative Beschreibung des Wasserhaushaltes eines Grünlandstandortes - erste Modellrechnungen	168
R. Wulfes, A. Kornher: Triebdichteentwicklung verschiedener Grünlandgräser im Nachwuchs in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt des 1. Aufwuchses	172
H. Vianden, R. Schäufele, H. Schnyder: Der Effekt erhöhter CO ₂ Konzentration auf das Wachstum von Deutsch Weidelgras	176
M. Wagner: Untersuchungen zur Ontogenese von Luzerne unter Feldbedingungen	180
J. Schellberg, M. Akmal, W. Kühbauch: Trockenmasseproduktion, Blattflächenentwicklung und Lichtausnutzung in Reinsaat und Gemenge von <i>Lolium Multiflorum</i> Lam. und <i>Trifolium resupinatum</i> L. bei früher und später Saat	182
K. Schmalzer, R. Becker, K. Richter: Untersaaten von Gräsern in Silomais auf sandigen Böden	186
Chr. Paul, L. Schmidt: Schätzung der Verdaulichkeit von Grundfutter mittels reflexionsspektroskopischer Messungen am Kot von Wiederkäuern	190
N. Haag, R. Wulfes, F. Taube, A. Kornher: Veränderung des Gehaltes an wertbestimmenden Inhaltsstoffen in gleichaltrigen Pflanzenorganen von Deutschem Weidelgras und Welschem Weidelgras	194
J. Müller: Futterwert eines langjährig ungedüngten Grünlandbestandes der Brackmarsch	198
S. Stoffel, R. Kammerl, U. Simon: Zum Trocknungsverlauf von Futterpflanzen bei unterschiedlichen atmosphärischen Bedingungen	202
E. Kaiser, A. Milimonka: Silagequalität von extensiv erzeugtem Grünfutter	206
Th. Keller, H. Nonn, H. Jeroch: Einfluß biologischer Silierzusätze auf die Fermentation und Verdaulichkeit von Luzerneballensilagen	210
Th. Keller, K. Ebert, H. Jeroch, H. Nonn: Untersuchungen zur Harnstoffkonservierung sehr stark angewelkter Luzerne	214

G. Eckert: Untersuchungen zur Landschaftspflege auf brachgefallenen Wacholderheiden und Steinobstwiesen am Trauf der Schwäbischen Alb	218
S. Schäfer, G. Adolf: Bestimmung und Kartierung der Pflanzengesellschaften unter Berücksichtigung von Bioindikatoren	222
D. Roth, W. Berger: Kosten und mögliche Angebotspreise der Landwirtschaft zur Erhaltung ökologisch wertvoller Grünlandtypen	226
A. Seifert, U. Six, H. Teller, R. Trettin, St. Pausch: Untersuchungen zur Kartierung von Grünland-Vegetationsdecken mit Hilfe von GPS (Global Positioning System)	231
R. Bockholt, S. Eich Reduzierung der Quecke auf Niedermoor ohne Umbruch und Herbizide	234

Es gilt das gesprochene Wort
Eröffnungsrede des Ministers Dr. Sklenar anlässlich der
Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland
und Futterbau am 25. August 1994 in Oberweißbach

Thema: Grünlandextensivierung in Thüringen / KULAP, Programmteil B

Sehr geehrter Herr Vorsitzender Prof. Dr. Opitz von Boberfeld,
meine sehr geehrten Damen und Herren!

Zu Ihrer Jahrestagung in Thüringen begrüße ich Sie herzlich. Es freut mich, daß Sie Oberweißbach als Tagungsort gewählt haben. Sie erweisen mit Ihrer Wahl einer langjährigen Forschungseinrichtung der Grünlandwirtschaft und den damit traditionell eng verbundenen landwirtschaftlichen Unternehmen Ihre Referenz. Vor allem aber können Sie sich darüber informieren, wie die grünlandreichen Vor- und Mittelgebirgslagen in Thüringen bewirtschaftet werden.

Die Landschaft um Oberweißbach und Cursdorf war schon in der Vergangenheit berühmt für ihre äußerst vielfältige Flora.

Eine kaum zu überblickende Menge von Heilkräutern, Wurzeln und Rinden war Ausgangspunkt für das Olitätengewerbe (pflanzliche Heilmittel) in dieser Region.

Im 17. und noch mehr im 18. Jahrhundert blühten hier Herstellung und Vertrieb von Heilkräutern und ihren Zubereitungen.

Oberweißbach war zu dieser Zeit eine Hochburg des Olitätenhandels.

Heil- und Gewürzpflanzen spielen auch heute in Thüringen, vor allem im Thüringer Becken, um Artern und in Ostthüringen, traditionsgemäß eine beachtenswerte Rolle.

Dennoch wird, wie Sie alle wissen, die Agrarpolitik heute auf anderen Feldern bestimmt.

Meine Damen und Herren,

das Ziel meiner Agrarpolitik besteht darin, eine vielfältig strukturierte leistungsfähige Landwirtschaft in Thüringen zu entwickeln. Sie muß im europäischen Wettbewerb bestehen können. Durch umweltverträgliche Bewirtschaftung sowie zunehmend auch durch gezielte

landschaftspflegerische Leistungen muß Sie ihren Beitrag zum Erhalt der Kulturlandschaft in Thüringen leisten.

Ich kann heute feststellen, daß wir diesem Ziel im vergangenen Jahr wieder ein beträchtliches Stück näher gekommen sind:

- die Unternehmen aller Rechtsformen haben ein besseres wirtschaftliches Ergebnis erreicht als im Vorjahr,
- die Organisationsstrukturen haben sich gefestigt und
- der Rückgang der Viehbestände konnte gebremst werden.

Dennoch:

erfüllt mich der enorme Abbau der Viehbestände in unserem Bundesland seit der gesellschaftlichen Wende mit ganz besonderer Sorge. Im Vergleich zu 1989 werden z. Z. in Thüringen noch 53 % der Rinder, 40 % der Schweine und 43 % der Schafe gehalten. Obwohl in den anderen neuen Bundesländern ein noch stärkerer Rückgang zu verzeichnen war, ist mit weniger als 0,6 GVE je Hektar Tierbesatz in Thüringen die "Schmerzgrenze" der kreislauforientierten Bewirtschaftung erreicht.

Jeder Landwirt weiß, daß insbesondere die Widerkauerhaltung die tragende Säule eines funktionierenden Stoffkreislaufes Boden-Pflanze-Tier-Boden mit erheblicher Bedeutung für eine nachhaltige Wirtschaftsweise ist. In Grünlandregionen ist ein Rinder- oder Schafbestand praktisch Existenzbedingung, doch auch in Ackerbaugebieten sollte wieder mehr Wert auf Ackerfutterbau und Veredlungswirtschaft gelegt werden.

Insbesondere unter dem Aspekt sinkender Preise für pflanzliche Erzeugnisse muß der Landwirt nach Möglichkeiten der Kosteneinsparung suchen. Im Ergebnis der Agrarreform ist der Betriebsmitteleinsatz entsprechend rückläufig. Vor allem deshalb sollte der Einsatz solcher Produktionsfaktoren wie Fruchtfolge und Züchtung wieder mehr Bedeutung gewinnen.

Aus dieser Sicht stimmt es schon bedenklich, daß z. B. der Luzerneanbau 1993 mit 7.300 ha nur auf 32 % der Fläche von 1989 erfolgte. Ähnlich drastisch reduzierte sich die Anbaufläche für Klee und Klee gras von 32.700 ha 1989 auf 18.100 ha 1993. Die gesamte Futterfläche ohne Mais beträgt mit 56.000 ha nur noch 47 % der Anbaufläche von 1989. Die Anbaufläche für Silomais ist nach Steigerungen 1990 und 1991 im Jahre 1993 wieder etwa auf dem Stand von 1989. Allerdings stieg der Silomaisanteil an der Hauptfutterfläche im gleichen Zeitraum von 27,7 auf 46 %.

Meine Damen und Herren,

günstiger sieht die Entwicklung in der Grünlandwirtschaft aus. Gründlandumbrüche in nennenswertem Umfang konnten vermieden werden und auch brachgefallene Grünlandflächen

sind in Thüringen selten. Aus den InVeKoS-Anträgen für die Preisausgleichszahlungen 1994 ergibt sich eine Grünlandfläche von 161.000 ha.

Gegenüber den Angaben der Agrarstatistik 1993 sind das über 9.000 ha mehr. Dies resultiert aus Ansaaten, belegt aber auch, daß bisher nicht ausgewiesene Dauergrünlandflächen in die landwirtschaftliche Nutzung genommen wurden.

Mit dem drastischen Einbruch der Viehbestände 1991 deutete sich bereits die Gefahr einer großflächigen Aufgabe der Grünlandbewirtschaftung an. Ich habe deshalb schon für das Wirtschaftsjahr 1991/92 die Erarbeitung eines regionalen Förderprogrammes veranlaßt. Das Programm zur Förderung der Extensivierung der Grünlandwirtschaft in den Vor- und Mittelgebirgslagen Thüringens fand breite Akzeptanz, so haben wir bereits 1992 für 51.300 ha extensiv bewirtschaftetes Grünland 12,4 Mio DM Fördermittel ausreichen können. Dieses Programm mußte zunächst auf Vor- und Mittelgebirgslagen begrenzt werden. Für das Wirtschaftsjahr 1992/93 genehmigte dann die EU eine Mitfinanzierung für die Landschaftspflege mit Hüteschafen als Programmweiterung.

Dies war praktisch der Einstieg in die Förderung der tiergebundenen Landschaftspflege in Thüringen. Für die Pflege bundes- oder landesrechtlich geschützter Grünlandbiotope wurde ein erhöhter Beihilfesatz von 400 DM pro Hektar gezahlt. Wesentliche Effekte dieses Programmes waren:

- die Aufrechterhaltung der Grünlandbewirtschaftung,
- die Pflege ertragsarmer aber naturschutzfachlich wertvoller Grünlandbestände sowie
- die Einkommensunterstützung für die Rinder- und Schafhalter.

Mit den neuen Finanzierungsmöglichkeiten der EU-Verordnung "für umweltgerechte und den natürlichen Lebensraum schützende Produktionsverfahren" konnten wir die Förderung der Grünlandextensivierung weiter entwickeln.

Im Ergebnis entstand das "Programm zur Förderung umweltgerechter Landwirtschaft, Erhaltung der Kulturlandschaft, Naturschutz und Landschaftspflege in Thüringen (KULAP)". Im Programmteil B der Förderung widmet es sich der extensiven Grünlandwirtschaft. Mit vier Fördertatbeständen, einschließlich der Umwandlung von Ackerland in Grünland, kann den fachlichen Zielstellungen und regionsspezifischen Gegebenheiten jetzt gut entsprochen werden. Die Landwirte haben außerdem die Möglichkeit, die für sie geeignetste Methode der differenzierten Extensivierung zu wählen.

Ich möchte kurz auf die wichtigsten Fördertatbestände eingehen.

Im Programmteil B 1 sind landwirtschaftliche Unternehmen förderfähig, die ihr gesamtes Grünland mit einem Viehbesatz von höchstens 1,4 RGV je Hektar Hauptfutterfläche

bewirtschaften. Sie müssen sich außerdem wie alle Antragsteller für die Grünlandextensivierung bereiterklären, auf chemische Pflanzenschutzmittel zu verzichten.

Der **Programmteil B 2 (Extensive Weidenutzung)** ist die qualifizierte Fortführung des von mir kurz beschriebenen Landesprogrammes. Die Programmteilnehmer konnten übrigens - was von den Praktikern sehr positiv bewertet wurde - in das KULAP-Programm überwechseln. Förderfähig sind Landwirte, die den Gesamtaufwand an mineralischem und organischem Stickstoff auf maximal 60 kg Reinnährstoff begrenzen. Die Grunddüngung ist so zu bemessen, daß im Boden die Gehaltsklasse C für Phosphor und Kalium nicht überschritten wird. Integriert in diesen Programmteil ist auch die Förderung der Beweidung von Extensivgrünland mit Hüteschafen.

Diese Förderung wird nur gewährt für Flächen, die einer Beweidung mit Schafen besonders bedürfen. Dies sind z. B. flachgründige Grünlandflächen und Hutungen mit einer Grünlandzahl unter 23, Streuobstwiesen und Dauergrünland, das infolge Verbuschung, Steinigkeit oder Hangneigung nicht gemäht werden kann.

Während die Landwirte für die beiden genannten Extensivierungsmaßnahmen eine Verpflichtung zur Umstellung der Bewirtschaftung ihres gesamten Grünlandes eingehen müssen, ist die **Maßnahme B 3 (Extensivierung von Wiesen und Streuobstwiesen mit Schnitzzeltauflage)** einzelflächenbezogen. Ziel ist eine verzögerte Mahd bei Einhaltung der in B 2 genannten Düngungsbegrenzung, um so botanisch wertvolle, standorttypische Wiesenbestände zu erhalten und wieder in ihr natürliches Gleichgewicht zu bringen.

Als sehr wichtige Ergänzung dieser Extensivierungsförderung sehen wir die Beihilfen für die Umwandlung von Ackerland in Grünland (**Programmteil B 4**) an.

Meine Damen und Herren,

vielen von Ihnen dürfte bekannt sein, die Autarkiebestrebungen in der ehemaligen DDR hatten zum Umbruch zahlreicher Grünlandflächen geführt, um die Getreidefläche zu erweitern. Oft lohnt eine Aufrechterhaltung der Ackernutzung dort nicht und ist auch nicht landschaftstypisch. Dennoch ist die Bereitschaft zur Rückumwandlung in Dauergrünland infolge der reduzierten Viehhaltung und der für schlechtere Standorte günstigen Preisausgleichszahlungen gering. Mit der Förderung soll ein Anreiz geschaffen werden, Grünland neu anzusäen, wobei der Landwirt in der Wahl der Flächen völlig frei ist, für Flurstücke mit einer Ackerzahl über 45 aber einen erhöhten Beihilfesatz von 720 DM pro Hektar erhält.

Die Landwirte verpflichten sich, die beantragte Extensivierungsweise für 5 Jahre beizubehalten und erhalten für den gesamten Zeitraum eine Beihilfezusicherung. Damit können sie ein verlässliches Bewirtschaftungsregime aufbauen.

Eine Besonderheit des Förderprogrammes KULAP Thüringen ist die für das Grünland geschaffene Möglichkeit, die Grundförderung für eine extensive Bewirtschaftungsweise mit einer Zusatzförderung für Bewirtschaftungsauflagen des Naturschutzes und Leistungen in der Landschaftspflege zu kombinieren.

Diese Verknüpfung der Programmteile wurde auch gewählt, um eine tiergebundene Pflege und die Verwertung der Aufwüchse zu sichern.

Meine Damen und Herren,

ich bleibe dabei, der Landwirt ist der geeignete Landschaftspfleger auch für Flächen, die allein aus Erwerbsgründen sonst keine wirtschaftliche Nutzung mehr gestatten. Um eine entsprechende Futtermittelverwertung sicherzustellen, wurde ein Mindestbesatz je Hektar Hauptfutterfläche von 0,3 RGV als Fördervoraussetzung festgelegt.

Die für die Kulturlandschaftspflege vorgesehenen **Programmteile C 1 bis C 5** werden von den Naturschutzbehörden bewilligt. Der Landwirt stellt aber nur einen Antrag für alle Maßnahmen beim Landwirtschaftsamt:

- das den Nachweis der Nutzungsberechtigung für den Verpflichtungszeitraum prüft,
- die Bewilligung für den Programmteil B ausspricht und
- die Antragsformulare für den Programmteil C an die Naturschutzbehörde weiterleitet.

Einen Teil der Zuwendungen für die Biotoppflege durch Beweidung (C 3) oder Mahd (C 4) können die Landwirte zusätzlich erhalten, wenn sie sich zur Umstellung ihres Betriebes auf eine ökologische Bewirtschaftung verpflichtet haben.

Im Programmteil A ist außerdem die Maßnahme A 6 angesiedelt, die Beihilfen für die Einführung oder Erweiterung des Anbaus von Extensivkulturen vorsieht. Die Liste der förderfähigen Arten weist überwiegend mehrschnittige Ackerfutterpflanzen aus. Der Landwirt muß verpflichtet, auf den geförderten Flächen keine chemisch-synthetischen Düngemittel und keine Pflanzenschutzmittel auszubringen.

Die Ergebnisse können sich sehen lassen:

Im ersten Jahr der Programmanwendung wurden insgesamt 920 ha dieser Extensivkulturen zusätzlich angebaut. Ein Erfolg dieser Förderung ist auch die Umwandlung von 6 007 ha Ackerland in Grünland. Besonders gut akzeptiert wurden die Maßnahmen B 1 und B 2 für die eine Förderung auf insgesamt 113.880 ha beantragt wurde. Insgesamt haben wir den am Programmteil B beteiligten Landwirten 36,98 Mio DM ausgereicht.

Die rasche Erarbeitung des von mir skizzierten Programmteiles zur Grünlandextensivierung war den Mitarbeitern meines Hauses jedoch nur mit Hilfe der Grünlandwissenschaftler aus der heutigen Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft möglich. Die Beteiligten mußten dabei aber auch feststellen, daß der Wissensstand insbesondere zu den wirtschaftlichen Auswirkungen differenzierter Extensivierungsmaßnahmen noch nicht in jedem Falle befriedigt.

Meine Damen und Herren,

Sie, die Fachleute wissen, die Herleitung der wirtschaftlich notwendigen Beihilfeshöhe hängt stark von dem im jeweiligen Unternehmen gehaltenen Tierbestand ab und wird auch von Rassen, Haltungsformen und Vermarktungswegen bestimmt. Ein stärker diversifiziertes Programm, wie wir es angeboten haben, eröffnet dem Landwirt die Möglichkeit, die für seine betriebliche Konstellation geeignete Maßnahme auszuwählen.

In der Regel braucht er dazu auch eine Beratung. Gezielte Beratung wiederum setzt standortdifferenziertes Beratungswissen voraus, daß zum erheblichen Teil aus der angewandten Forschung kommen muß. Mit der Umstrukturierung der unteren Landwirtschaftsbehörde haben wir in Thüringen die staatliche Beratung in die Landwirtschaftsämter integriert. Ebenfalls zugeordnet wurden neun der insgesamt 13 Versuchsstationen. Für die angewandte Grünlandforschung ist die Station hier in Oberweißbach zuständig. Die Mitarbeiter organisieren jährlich mit einem jeweils anderen Schwerpunktthema einen Grünlandtag z. T. an wechselnden Orten, oft in Zusammenarbeit mit Landwirtschaftsbetrieben.

Sie können gewiß ermessen, wie wichtig eine auf soliden standortbezogenen Ergebnissen beruhende Beratung ist, wenn ich nur auf das Problem der zweckmäßigen Weiternutzung der aus der DDR-Landwirtschaft übernommenen Saatgrasbestände hinweise.

Dies gilt auch für den Ackerfutterbau. Sie behandeln in Ihrer Jahrestagung u. a. solche wesentliche Themen wie den Gülleeinsatz im Futterbau oder umweltschonende Produktionsverfahren für Mais. Wichtig ist, daß die dargelegten Erfahrungen möglichst rasch den praktizierenden Landwirten verfügbar gemacht werden.

Sie werden sich heute und in den kommenden zwei Tagen, davon bin ich überzeugt, auch darüber verständigen, welche Probleme einer Klärung bedürfen.

Meines Erachtens nach hat die Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik auch hier Akzente gesetzt. Es kommt verstärkt darauf an, die Möglichkeiten und Grenzen von Kosteneinsparungen durch verminderten Betriebsmitteleinsatz aufzuzeigen. Auszuloten sind aber gleichzeitig die Chancen, die sich aus den Stilllegungsregelungen z. B. für das Fruchtfolgemanagement und den Futterbau ergeben. Selbst die Möglichkeiten der Verwertung der Nebenprodukte von auf Stilllegungsflächen angebauten nachwachsenden Rohstoffe sind futterwirtschaftlich relevant.

Sicher:

Häufig wird kritisiert, die mit der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik eingeführten Preisausgleichszahlungen lähmten das unternehmerische Handeln der Landwirte. Solche Effekte sind grundsätzlich nicht zu bestreiten. Dennoch ich bin überzeugt, potente Landwirte werden immer wieder versuchen, die Gegebenheiten optimal zu kombinieren - Förderprogramme natürlich eingeschlossen. Aus den Kreisen der Wissenschaft sollten dafür vorausschauende Anregungen kommen, damit dem Landwirt immer der Blick dafür offengehalten wird, wie man möglichst viel Einkommen am Markt erzielen kann. Hier ist jeder einzelne von Ihnen in besonderer Weise gefordert.

Meine Damen und Herren,

es gibt Tendenzen, die hoffen lassen, daß zunehmend auch die ökologischen Leistungen, die der Landwirt erbringt, am Markt nachgefragt werden. Zunächst ist die individuelle Nachfrage zwar noch gering, so daß der Fiskus durch Fördermaßnahmen helfen muß, die gesellschaftlich gewünschte Ausprägung der Kulturlandschaft zu erzielen.

Wir sollten jedoch gemeinsam darauf hinwirken, die Bevölkerung für den Wert dieser Leistungen zu sensibilisieren und Beispiele für deren gerechte Bewertung zu schaffen.

Ich wünsche Ihrer Tagung einen erfolgreichen Verlauf, den auswärtigen Gästen einen angenehmen Aufenthalt im Thüringer Wald und bei den Exkursionen einen umfassenden Einblick in den Futterbau Thüringens. Persönlich würde ich mich freuen, wenn Sie den Eindruck mitnehmen oder verstärkt bekommen, daß umweltgerechte Bewirtschaftungsverfahren und großstrukturierte Landwirtschaft nichts gegensätzliches sein müssen, und daß die Landwirtschaft in Thüringen gute Chancen hat, sich im europäischen Wettbewerb zu behaupten.

Grünlandbewirtschaftung in Thüringen -Situation und Effekte-

Hans Hochberg *

1. Einleitung

Das Grünland nimmt 19,3 % der Landwirtschaftlichen Fläche Thüringens ein und ist entsprechend der ausgeprägten naturräumlichen Differenzierung dieses Bundeslandes auf unterschiedlichsten Standorten anzutreffen. Es befindet sich jedoch ausschließlich auf Flächen, auf denen es sowohl aus wirtschaftlicher wie auch ökologischer Sicht die zweckmäßigste Form der Bodennutzung darstellt. Jeweils mehr als ein Drittel des Grünlandes befindet sich auf trockenen bzw. sehr flachgründigen Standorten, auf mehr als der Hälfte ist der Oberboden sehr stark steinig und knapp ein Fünftel liegt an Steilhängen.

Extensive Wirtschaftsweise sowie spezielle Biotppflege auf dem Grünland sind integrierte Bestandteile heutiger Landnutzungssysteme. Die Erhaltung bzw. nachhaltige Entwicklung der landschaftsprägenden, ökologisch wertvollen Offenlandschaften in grünlandreichen Gebieten kann nur mit standortgerechter Landbewirtschaftung gewährleistet werden.

Der Schwerpunkt der extensiven Grünlandbewirtschaftung liegt derzeit in den ostdeutschen Bundesländern, wo ein sehr hoher Flächenanteil bereits einem Low-Input-Management unterliegt.

Längerfristige Untersuchungen zum Einfluß eines späten Schnittes in Verbindung mit reduzierter bzw. unterlassener Düngung bzw. extensiver Weidewirtschaft auf bislang konventionell bewirtschafteten Flächen hinsichtlich Ertrag, Tierleistung, Futterwert, Pflanzenbestand und Wirtschaftlichkeit unter den Standort- und vor allem Produktionsbedingungen Thüringens lagen bisher nicht vor. Zur Thematik liegen im Schrifttum zwar zahlreiche Einzelergebnisse vor, jedoch wird eine komplexe Betrachtungsweise zur Ökologie und Ökonomie vermüßt und ist eine Übertragbarkeit der Erkenntnisse oft nicht möglich.

2. Standörtliche Differenzierung und Grünlandtypen

Das Grünland besteht nur noch zur Hälfte aus Dauergrünland. Diesem steht das Ansaatgrünland der 80er Jahre in großem Umfang gegenüber. Wobei letzteres infolge der extensiven Wirtschaftsweise seit Beginn der 90er Jahre eine deutliche Erhöhung sowohl der Artenzahl als auch der Bestandesdichte erfahren hat und sich überwiegend bereits im Übergang zum Dauergrünland befindet.

Bemerkenswert ist die vorgefundene Vielzahl an Vegetationstypen (Tab. 1). Das Dauergrünland ist zum großen Teil artenreich zusammengesetzt. In den Muschelkalkgebieten (Rhön, Südthüringen, Saale-Ilm-Muschelkalkplatte) befinden sich sehr artenreiche Magerrasen (über 100 Grünlandarten) in großem Umfang mit Wacholderheiden und Silberdistelfluren, die im Ausmaß und Pflegezustand von bundesweiter Bedeutung sind. Dem stehen vielfach große arrondierte Grünlandgebiete mit artenärmeren Ansaatgrünland gegenüber.

Die meisten Grünlandgebiete sind reich strukturiert und weisen eine hohe Diversität auf.

Zahlreiche Grünlandgebiete stellen attraktive Terrassenlandschaften, reich strukturierte parkähnliche oder intakte Bach- bzw. Flußauenlandschaften dar. Andererseits existieren große, ausgeräumte Grünlandgebiete mit einseitigen, artenarmen Grasbeständen in den Niederungen sowie auf Plateaulagen in den Mittelgebirgen, die potentiell extensive Wiesenkomplexe darstellen (Heuwiesen). Hinzu kommen die zahlreichen ruderalisierten Grünlandbestände, in denen Große Brennessel oder Rasenschmiele, Ampfer-Arten u.a. Arten sich übermäßig stark ausgebreitet haben. Seit 1990 ist in Folge der Umstrukturierung der Landwirtschaft zu verzeichnen, daß die Grunddüngung drastisch verringert worden ist, der Herbizideinsatz kaum noch erfolgt, ausschließliche Weidenutzung zu Lasten der Mähweide deutlich ansteigt und Extremflächen brachliegen (Quellbereiche, Bachauen, Steilhänge, Kleinstflächen, Waldwiesen, in Einzelfällen auch größere Flächen). Grünlandumbrüche werden nur noch bei Wiedereinrichtung von Betrieben durchgeführt. Neuansaat erfolgen nur in geringem Umfang, z.B. bei Flächenarrondierung von neuen Betrieben.

* Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), SG Grünland und Futterbau

Die Grünlandbewirtschaftung ist somit bereits durch einen sehr geringen spezifischen Faktoreinsatz gekennzeichnet.

Tabelle 1: Grünlandvegetationstypen Thüringens

	Thüringen		Naturpark Thüringer Wald	
	Fläche (ha)	Anteil (%)	Fläche (ha)	Anteil (%)
Bezugsfläche	147.343	100	25.599,6	100
Halbtrockenrasen				
- Kalkmagerrasen ausgehagert	4.130	2,8	197,5	0,8
- Silicatmagerrasen ausgehagert	6.759	4,6	273,9	1,1
- sonstige Hutungen einseitig überversorgt	2.234	1,5	512,6	2,0
- sonstige Hutungen einseitig überversorgt	3.158	2,1	750,4	2,9
- sonstige Hutungen	1.221	0,8	336,7	1,3
Dauergrünland				
- Bergwiesen fett	9.102	6,2	2.115,9	8,3
- Bergwiesen mager	1.929	1,3	1.491,1	5,8
- Quellfluren	111	0,1	54,9	0,2
- Naß- und Feuchtwiesen Tallagen	4.890	3,3	769,8	3,0
- ruderalisierte Bestände	8.142	5,5	1.130,4	4,4
- sonstiges Dauergrünland	31.007	21,1	4.356,1	17,0
Ansaatgrünland				
- jüngere Ansaaten	4.746	3,2	1.290,3	5,0
- Ansaaten	23.908	16,2	5.039,8	19,7
- ruderalisierte Bestände	2.252	1,5	1.150,4	4,5
- sonstige Ansaaten	43.754	29,8	6.129,8	24,0

Während der zurückliegenden Vegetationsperioden war die praktizierte Grünlandextensivierung mehr ein Offenhalten als ein gezieltes Pflegen.

Bei den nicht mehr genutzten Flächen handelt es sich überwiegend um ökologisch wertvolles Grünland. In den Niederungen sind es die Feucht- und Naßwiesen, die meist ein ausgeprägtes Mikrorelief aufweisen, in den Vorgebirgslagen betrifft es die Kalk- und Silikatmagerrasen und im Mittelgebirge vor allem die schmalen Bachtäler, die Quellbereiche, Steilhänge, Kleinstflächen und Waldwiesen. Auf den Feuchtfeldern entwickeln sich Hochstaudenfluren und die Kalkmagerrasen verbuschen zunehmend. Auf dem Wirtschaftsgrünland sind zahlreiche Sukzessionsflächen inselartig im Entstehen, vor allem Feuchtbiootope. Auf dem überwiegenden Anteil des Ansaatgrünlandes ist die Artenzahl infolge des Aufkommens von Gräser- und Leguminosenökotypen sowie Kräutern bereits deutlich angestiegen.

3. Methodik

Die Untersuchungen zur extensiven Wiesenutzung und mechanischen Biotoppflege werden in langjährigen Parzellenversuchen mit 4 Wiederholungen auf Dauer- und Ansaatgrünland 9 verschiedener, repräsentativer Standorte durchgeführt. Ertragsermittlung erfolgt durch Probemahd.

Die extensive Grünlandnutzung und Landschaftspflege mit Weidetieren wird in mehrjährigen Weideversuchen, unterstützt von Praxisuntersuchungen in 5 Betrieben, bearbeitet. Zielgrößen sind hier Weideertrag, -leistung und Lebendgewichtszunahmen der Tiere.

Auf allen Wiesen- und Weideversuchen finden jährlich vegetationskundliche Aufnahmen in Form der EA-Schätzung nach KLAPP-STÄHLIN statt und von jedem Aufwuchs wird das Probematerial analysiert, um eine Schätzung der Futterqualität vornehmen zu können.

Die betriebswirtschaftlichen Arbeiten beinhalten die Verfahrenskosten für Mahd und extensive Weideformen sowie die Auswirkungen extensiver Wirtschaftsweisen auf das Gesamtergebnis. Für letztere sind 2 Grünland-Referenzbetriebe einbezogen, in denen die Mutterkuhhaltung einziges Verfahren der Viehwirtschaft ist.

Eine solche komplexe Herangehensweise soll Erkenntnisse und Ergebnisse liefern, die eine Abschätzung ökologischer wie wirtschaftlicher Konsequenzen der Grünlandextensivierung ermöglichen.

4. Ergebnisse extensiver Wirtschaftsweisen

4.1. Spätschnittnutzung und Ertragsentwicklung

Auf einem trockenen, südexponierten Buntsandsteinverwitterungsstandort, der bis 1989 als Mähweide bewirtschaftet worden ist (TM-Ertrag 58,2 dt/ha), war bereits ab 2. Jahr eine sehr starke Ertragsdepression zu verzeichnen (Tab. 2).

Tabelle 2: Einfluß von Spätschnitt auf den TM-Ertrag (Bestand: Mähweide; Agropyron repens, Standort: Rottenbach, Düngung: PK jährlich, ohne N)

1990		1991 - 1993	
Erntetermin	TM [dt/ha]	Erntetermin	TM [dt/ha]
13.06.	51,7	14.06.	16,0
11.07.	44,0	14.07.	29,6
15.08.	56,0	17.08.	25,3
GD _{pα=0,05} (Tukey)			3,0

Die Produktivität betrug im Zeitraum des 2. bis 4. Jahres noch etwa 20 - 30 %, wobei der stärkste Ertragsrückgang bei der Mahd Mitte Juni eintrat.

Auf einem frischen, sehr flachgründigen Vorgebirgsstandort bewirkten Spätschnitt und unterlassene N-Düngung einen signifikanten Rückgang des Jahresertrages im Mittel der ersten 3 Jahre von 30 - 35 % im Vergleich zur herkömmlichen Mähnutzungsvariante (2,6 Schnitte/Jahr, NPK-Düngung).

In der Mittelgebirgslage fiel der Gesamtertrag in den ersten vier Jahren bei Spätschnittnutzung gegenüber herkömmlicher Bewirtschaftung auf 70 % bei Mahd Mitte Juni bzw. 42 % bei Mahd Mitte August ab (Tab. 3).

Tabelle 3: Vergleich der TM-Erträge bei verschiedenen Intensitätsstufen der Wiesenbewirtschaftung, Mittel 1990 - 1993 (Bestand: Geranio-Trisetetum, Standort: Lichtenhain)

Anzahl Schnitte	Düngung	Aufwuchs						Jahr
		I.		II.		III.		
		ET	TM [dt/ha]	ET	TM [dt/ha]	ET	TM [dt/ha]	TM [dt/ha]
2,7	NPK	30.05.	41,2	31.07.	26,2	24.09.	2,9	70,3
2,0	PK	15.06.	34,1	19.08.	14,8	-	-	48,9
1,8	PK	17.07.	38,8	26.09.	3,2	-	-	42,0
1,0	ohne	14.08.	29,7	-	-	-	-	29,7
GD _{pα=0,05} (Tukey)		4,6						7,2

In der Kammlage hatte die Mahd Ende Juni gegenüber einem späteren Schnitt einen signifikant niedrigeren Ertrag eines ungedüngten Borstgrasrasens zur Folge.

Bei der Extensivierung des Ansaatgrünlandes wirkte sich die Reduzierung der N-Menge auf 60 kg/ha und Jahr um so stärker ertragsmindernd aus, je häufiger genutzt wurde.

Die Unterlassung der N-Düngung führte in jedem Falle zu einer weiteren, signifikanten Ertragsdepression, während sich auf den ungedüngten Varianten gegenüber der PK-Düngung bei 2- bzw. 4-Schnittnutzung eine Ertragsstabilisierung andeutet, die auf den zunehmenden Ertragsanteil Leguminosen zurückgeführt werden kann.

4.2. Weideertrag und -leistung der Mähstandweide

Extensive Wirtschaftsweisen sind nur umsetzbar, wenn ein strenges Kostenminimierungsprinzip eingehalten wird. Für die extensive Grünlandnutzung mit Rindern laufen daher seit einigen Jahren Untersuchungen zur extensiven Form der Mähstandweide in Oberweißbach.

Bei extensiver Mähstandweide mit einem Mähflächenanteil von über 60 % ist im dreijährigen Mittel ein Bruttoertrag von etwa 60 dt TM/ha erreicht worden, wovon ca. die Hälfte auf das Weidefutter entfällt (Tab. 4).

Bei diesem Futterangebot konnten nur 1,4 GVE/ha Weidefläche ernährt und 200 - 300 kg Fleisch/ha erzeugt werden. Dem standen sehr gute Einzeltierleistungen gegenüber, die mit denen herkömmlicher Verfahren vergleichbar sind. Die Weideleistung belief sich auf 12 - 15 GJ NEL/ha.

Tabelle 4: Flächenproduktivität und Tierleistungen bei extensiver Mähstandweide
(Oberweißbach, Thüringer Wald 1991 - 1993)

Merkmal	ME	1991	1992	1993
Bruttoertrag	TM dt/ha	52,4	61,6	59,9
Weideertrag	TM dt/ha	25,7	32,9	34,9
Weideleistung	GJ NEL/ha	12,4	16,8	17,7
Lebendmassezunahme	g/Tier/Tag			
Mutterkühe		450	463	193
Kälber, männlich		989	1268	1374
Kälber, weiblich		783	1094	1233
Lebendmassezunahme	kg/ha	207	310	294
Besatzstärke	GVE/ha	1,39	1,34	1,43
Mähflächenanteil	%	70	61	55

n = 15 Mutterkuh-Kalb-Paare

Genotypen: Mutterkühe SR x FF

Zufutter: ohne

Kälber (SR x FF) x Li

Düngung: 60 kg N/ha, PK jährlich

Lebendmassezunahme, Weideleistung und Besatzstärke beziehen sich auf die Weidefläche (ohne Mähflächenanteil)

Die LM-Zunahmen stehen in engem Zusammenhang mit Herdenmanagement und Produktivität der Weidenarbe. Respektablen Gewichtszunahmen stehen aufgrund niedriger Besatzstärke nur geringe LM-Produktion und Weideleistung gegenüber. Die guten Einzeltierleistungen dürften auf ein gleichmäßiges Futterangebot hoher Qualität auf großer Fläche, auf ein auffallend ruhiges Verhalten der Tiere sowie auf die Anpaarung von Fleischrinderrassen an das Schwarzbunte Milchrind zurückzuführen sein.

4.3. Futterwert

Die schnittzeitenabhängigen Unterschiede standen in enger Beziehung zum Grünlandtyp und Standort. Der Rohfasergehalt stieg, je nach Standort und Bestand zeitlich versetzt, stark an, überschritt beim Dauergrünland jedoch selbst bei sehr spätem Schnitt Mitte August nicht den Bereich von 32 - 34 % in der TS. Der Gehalt an ADF nahm generell stärker zu als die Rohfaser, wobei der Unterschied vom Queckenbestand über die Glatthafer- zur Goldhaferwiese deutlich größer wurde. Der Rohproteingehalt sank kontinuierlich stark ab, um sich ab Mitte Juli auf einen Wert mehr oder weniger deutlich unter 10 % i.d. TS einzustellen.

Auf dem trockenen Vorgebirgsstandort ist bereits ab Mitte Juni, in der frischen Vorgebirgslage wie auch im Mittelgebirge ab Mitte Juli die Verwertbarkeit des anfallenden Mähgutes über Wiederkäuer deutlich eingeschränkt.

Beim Borstgrasrasen vollzog sich nur eine geringfügige Veränderung in den Rohnährstoffgehalten.

Auf Ansaatgrünland war eine wesentlich stärkere und schnellere Qualitätsverschlechterung als auf Dauergrünland festzustellen, so daß bereits Ende der ersten Junidekade die RFA-Gehalte deutlich über 30 % i.d. TS lagen und ADF extrem anstieg.

Die Energiewerte folgen den bestandestypischen Veränderungen der Rohnährstoffgehalte, wobei mit der NEL im Vergleich zur Stärkeeinheit Spätschnittgut generell höher bewertet wird. Die Energiewerte von Ansaatgrünland mit vorherrschend Phleum pratense und Festuca pratensis erreichen bereits Mitte Juni ein Niveau, welches beim Dauergrünland erst Mitte August zu erwarten ist. Bis Ende Juni fielen die Werte in unseren Untersuchungen auf unter 4 MJ NEL bzw. unter 400 StE.

Die Verdaulichkeit, ausgedrückt in der Enzymlösbarkeit der Organischen Substanz, fiel mit zunehmendem Alter des Bestandes von über 70 % im Mai auf Werte unter 55 % Mitte Juli ab, was in engem Zusammenhang mit den ansteigenden Gehalten an Gerüstsubstanzen stand. Besonders gut wurde diese Beziehung durch die Saure Detergentienfaser (ADF) erklärt, vermutlich, weil sie sowohl den Zellulose- als auch den Ligningehalt erfaßt. Bei Ansaatgrünland betrug die Enzymlösbarkeit bereits Ende Juni nur noch etwa 50 %.

Der in-sacco-TS-Abbau erfuhr durch Spätschnitt eine starke Reduzierung. Dabei werden die Abbaugeschwindigkeit wie auch Abbaurate durch den Gehalt an Gerüstsubstanzen und den Pflanzenbestand maßgeblich bestimmt.

In vergleichenden Untersuchungen zeigte sich, daß zwischen der Enzymlösbarkeit der Organischen Substanz und dem TS-Abbau in-sacco (Schaf) einerseits sowie zwischen Enzymlösbarkeit und in-vivo-Verdaulichkeit der organischen Substanz im Verdauungsversuch mit Schafen andererseits eine sehr gute Übereinstimmung besteht.

4.4. Pflanzenbestände

Spätschnitt in Verbindung mit reduzierter bzw. unterlassener Düngung wirkt sich bei Dauergrünlandtypen unterschiedlich auf die Artenzahl solcher Bestände aus (Tab. 5).

Tabelle 5: Artenzahl verschiedener Dauergrünlandtypen bei Spätschnitt, Mittel der Jahre 1992 - 1993

Grünlandtyp	Standort	I. Schnitt		
		Mitte Juni	Mitte Juli	Mitte August
Agropyron repens	Rottenbach	7	8	8
Arrhenatheretum alopecuretosum	Tambach-Dietharz	27	28	23
Nardetum	Schmücke	36	27	28
Geranio-Trisetetum	Oberweißbach	41	48	48

Auf trockenem Standort des Buntsandsteinhügellandes mit vorherrschend Agropyron repens hatte Spätschnitt in den ersten 4 Jahren keinen Einfluß auf die ohnehin sehr geringe Artenzahl. Derartige Queckenbestände zeigten auch noch keine Veränderungen in den Ertragsanteilen. Die Bestandesdichte nahm deutlich ab.

Auf der Fuchsschwanzwiese war bei Juni- bzw. Julischnitt gegenüber früheren Ernteterminen eine Zunahme der Artenzahl zu verzeichnen. Der Ertragsanteil der Gräser ging tendenziell zurück, während sich der von Kräutern und Leguminosen erhöhte. Im Gegensatz dazu bewirkte Spätschnitt keine Verbesserung der Artenvielfalt und die Gräser stiegen im Ertragsanteil zugunsten der Kräuter an.

Die untersuchte regionale Ausbildung des Hochlagen-Borstgrasrasens reagierte auf Schnitt ab Mitte Juli mit deutlichem Artenschwund, während auf der typischen Goldhaferwiese die Artenvielfalt am höchsten war nach einem Schnitt im Juli/August.

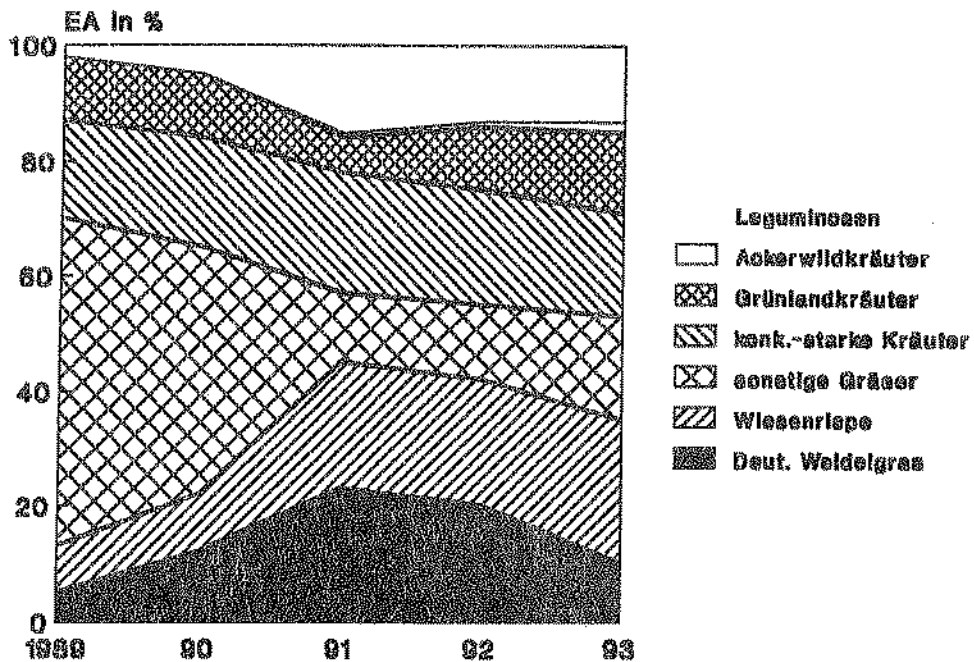
Im Ansaatgrünland vollzog sich nach dem Übergang in extensive Bewirtschaftung eine schnelle, deutliche Erhöhung der Artenzahl (Tab. 6).

Tabelle 6: Artenvielfalt von Ansaatgrünland bei verschiedenen Extensivierungsstrategien (Zweischchnittnutzung, Oberweißbach)

Artengruppe	ohne Düngung		PK		NPK		Sukzession	
	1992	1993	1992	1993	1992	1993	1992	1993
Gräser	6	6	6	6	8	6	8	6
Grünlandkräuter	2	6	3	6	3	6	4	2
Ackerwildkräuter	-	7	3	5	5	9	17	17
Leguminosen	4	6	4	3	3	4	4	2
gesamt	12	25	16	20	19	25	33	27

Unter Zweischchnittnutzung profitierten in den ersten Jahren die Kräuter und Leguminosen, wobei jedoch auf den Varianten 'ohne Düngung' wie auch 'NPK' die Ackerwildkräuter gegenüber den Grünlandkräutern überwogen. Auf der Sukzessionsfläche herrschten die Ackerwildkräuter zahlenmäßig wie auch mengenanteilig vor.

Bei mehrjährig extensiver Mähstandweide mit Fleischrindern (Besatzstärke 1,4 GVE/ha Weide) ist das Ansaatgrünland wesentlich artenreicher geworden, von 13 Arten 1989 auf 32 Species 1993, und auf Dauergrünland (Rotschwengel-Straußgrasweide) hat sich in 5 Jahren die Artenzahl verdoppelt, von 26 auf 52 Arten. Hinsichtlich der Bestandeszusammensetzung trat eine Förderung von Lolium perenne, Poa pratensis und Trifolium repens ein (Abb. 1).



Grafik: H. Teller (LUFA Thüringen)

Abbildung 1: Bestandeszusammensetzung von Dauergrünland bei extensiver Mähstandweide mit Fleischrindern (Oberweißbach 1989 - 1993)

4.5. Wirtschaftlichkeit

Die Faktorausstattung der Betriebe geht aus Tabelle 7 hervor.

Tabelle 7: Faktorausstattung der untersuchten Grünlandbetriebe

Position	ME	Betrieb 1 Agrargenossenschaft	Betrieb 2 Wiedereinrichter
LF	ha	1.521,0	194,3
davon AL	ha	351,0	-
GL	ha	1.170,0	194,3
Mutterkühe	Stück	900	80
Pensionsrinder	Stück	-	70
Pferde	Stück	-	19
GVE gesamt	Stück	1.214	131
GVE/ha HFF	Stück	0,80	0,67
Arbeitskräfte	AK/100 ha	1,57	1,29
Anlagevermögen	DM/ha	1.166	1.750
Umlaufvermögen	DM/ha	1.200	1.180

Die Herleitung des kalkulatorischen Gewinns ist Tabelle 8 zu entnehmen.

Stimmen Herdenmanagement und Vermarktung, kann Mutterkuhhaltung auf extensivem Grünland selbst mit einer Besatzstärke von ca. 1,4 Mutterkühe/ha unter den derzeitigen ökonomischen Rahmenbedingungen rentabel betrieben werden. Der wirtschaftliche Spielraum ist jedoch sehr eng. Dabei darf nicht übersehen werden, daß der Anteil Prämien an den Gesamteinkünften nahezu die Hälfte ausmacht und die Ansprüche an die Entlohnung der Produktionsfaktoren Arbeit und Boden in der Region Thüringer Wald äußerst niedrig sind. Das für beide Betriebe charakteristische niedrige Besatzvermögen (Gebäude, Maschinen, Tierbesatz) kann unter ungünstigeren agrarpolitischen Rahmenbedingungen schnell zur Destabilisierung der Betriebe führen.

Tabelle 8: Herleitung des kalkulatorischen Gewinns (DM/ha)

Position	Betrieb 1	Betrieb 2
Marktleistungen (ohne Prämien/Beihilfen)	1.078	895
Marktleistungen (mit Prämien/Beihilfen)	1.975	1.603
Variable Kosten	990	642
Deckungsbeitrag u. Einkommensübertragung	987	961
Gesamtkosten (ohne Zins, Pacht, Lohn)	266	286
Betriebseinkommen	719	676
Löhne	429	350
Lohnnebenkosten	231	188
Roheinkommen	59	137
Zinsen	7	80
Pachten	16	29
Festkosten incl. Löhne, Zinsen, Pachten	949	933
Kalkulierter Gewinn	36	28
Anteil der Prämien an Gesamteinkünften (%)	45	44

5. Schlußfolgerungen

Extensive Wiesenutzung mit Mahd nach Mitte Juni bewirkt auf den Verwitterungsböden Thüringens eine abrupte und sehr starke Ertragdepression, die innerhalb der ersten zwei Jahre 30 ... 70 Prozent betragen kann.

Mit extensiver Mähstandweide können respektable Lebendgewichtszunahmen der Tiere erzielt werden, jedoch sind Weideertrag und -leistung relativ gering.

Spätschnitt führt zur extremen Minderung der Verwertbarkeit der Futters über den Wiederkäuer, wobei die Grünlandtypen unterschiedlich reagieren auf späte Nutzung und die gebräuchlichen Methoden der Energiebewertung Spätschnittgut über- wie unterschätzen.

Extensivierung bewirkt auf Wiesen wie Weiden eine Erhöhung der Artenvielfalt.

Die Voraussetzungen für die Wirtschaftlichkeit der extensiven Mutterkuhhaltung sind arbeitsexensive Produktionstechnik, minimaler Kapitaleinsatz, sehr niedriger Pachtaufwand, geringe Lohnkosten, hohe Absatzgewichte der Kälber sowie ein sicheres System der Bezahlung besonderer ökologischer Leistungen.

Effiziente und umweltverträgliche Landnutzung (EULANU) - ein Konzept für eine marktwirtschaftlich organisierte
Landbewirtschaftung

G. Breitschuh und H. Eckert*

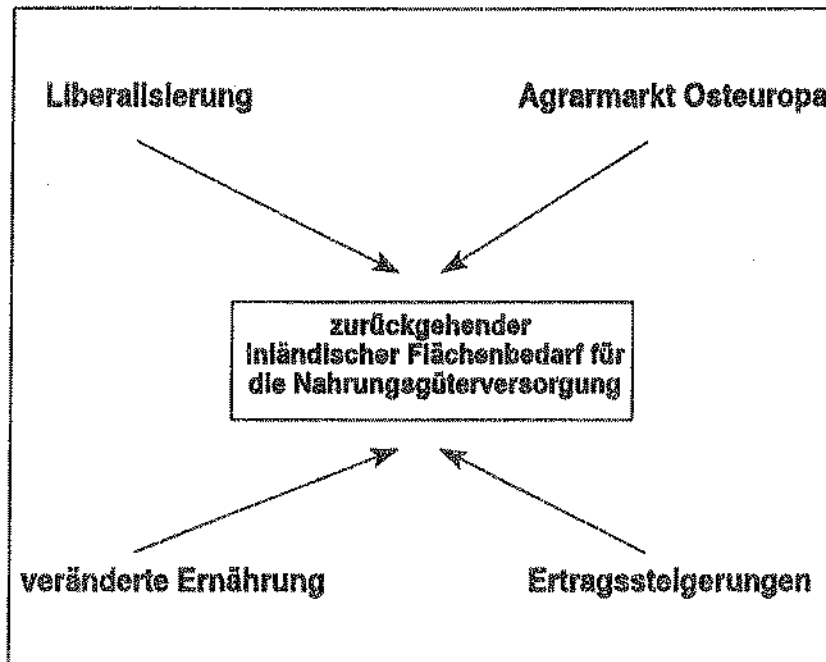
1. Die gesicherte Versorgung der Menschen in Mitteleuropa mit qualitativ hochwertigen Nahrungsgütern sowie die Bereitstellung von Industrierohstoffen bei gleichzeitiger Erhaltung und Pflege der Kulturlandschaft müssen als die herausragenden Leistungen der europäischen Landwirte gelten.

Die weiterhin notwendige Erfüllung dieser elementaren Grundbedürfnisse der Gesellschaft verbietet es, die Landwirtschaft zur Disposition zu stellen. Hinzu kommen neue Ziele in der Gestaltung und Pflege der Kulturlandschaft sowie Aufgaben, die der Energie- bzw. CO₂-Krise geschuldet sind.

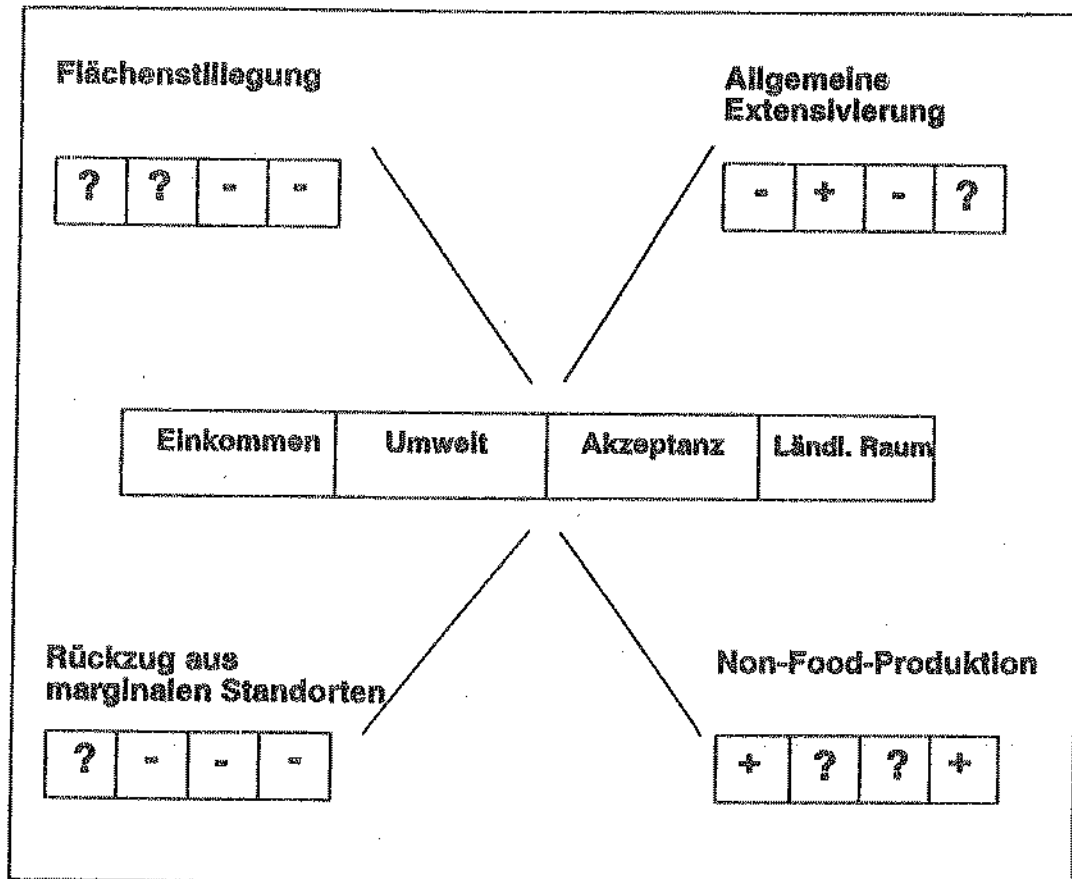
2. Der inländische Flächenbedarf zur Nahrungsmittelerzeugung wird abnehmen. Wesentliche Ursachen dafür sind die Liberalisierung des Weltmarktes, die absehbare Öffnung des osteuropäischen Agrarmarktes, demographische Entwicklungen, veränderte Ernährungsgewohnheiten und schließlich Ertragssteigerungen durch das Weiterwirken des wissenschaftlich-technischen Fortschritts.

Dem abnehmenden inländischen Flächenbedarf versucht die Agrarpolitik mit Flächenstillegung, allgemeiner Extensivierung, Rückzug aus marginalen Standorten, einem Maßnahmenmix oder durch Einstieg in die großflächige Non-Food-Produktion zu begegnen.

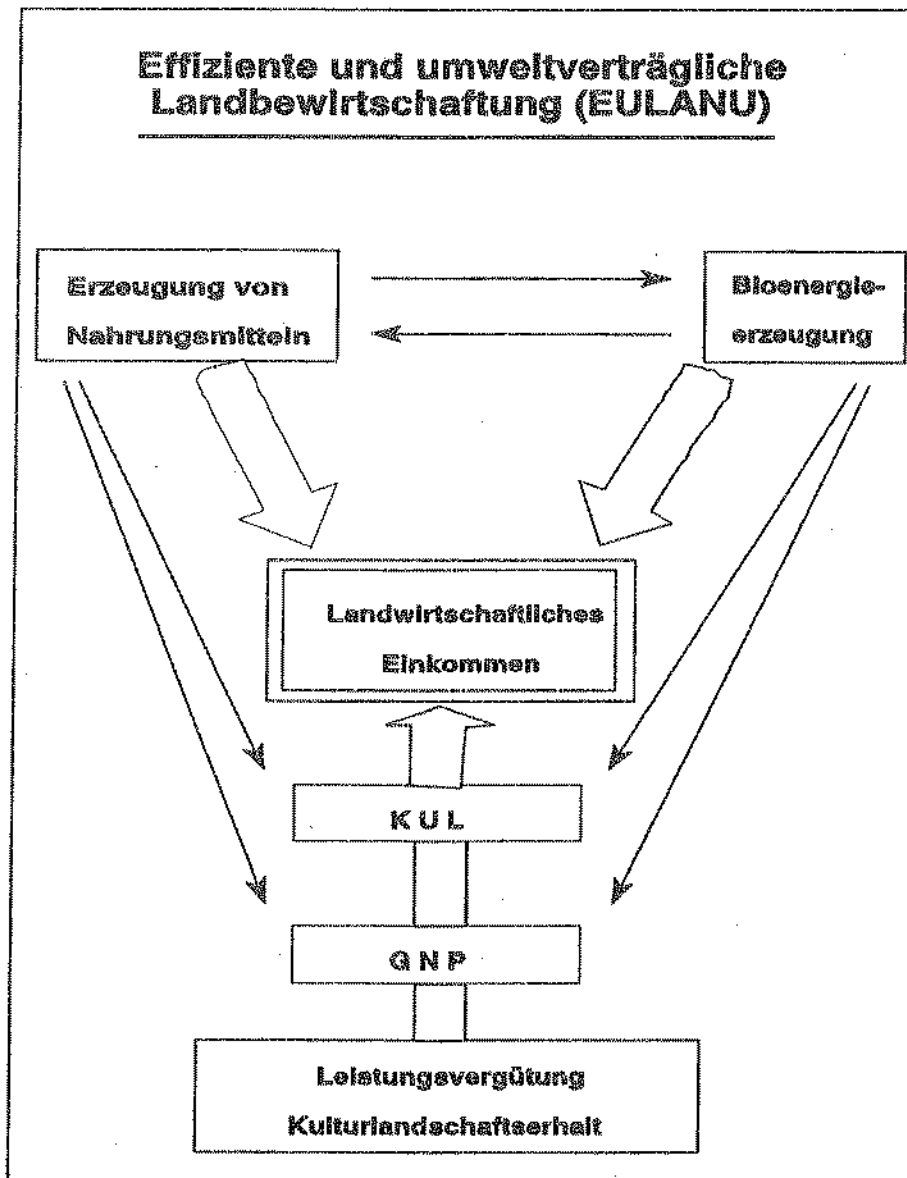
Die Auswirkungen dieser Instrumente auf die Einkommenssicherung, den Umwelterhalt, die öffentliche Akzeptanz und die Integrität des ländlichen Raums müssen unterschiedlich beurteilt werden.



* Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Str. 98, 07743 Jena



3. Eine moderne Nutzung des Agrarraumes muß in Mitteleuropa folgende Anforderungen erfüllen:
- Bewahrung der nachhaltigen Funktionsfähigkeit des Agrarökosystems als Existenzgrundlage der Bevölkerung,
 - Erhaltung und Gestaltung einer vielfältigen, produktiven und ästhetisch ansprechenden Kulturlandschaft, als prägendes Element regionaler Identität,
 - Erhaltung landwirtschaftlicher Betriebe und des landwirtschaftlichen Berufsstandes als wirtschaftliche Grundsubstanz zum Erhalt der Integrität des ländlichen Raumes,
 - Umlenkung der Überschussproduktion an Nahrungsgütern in die Non-Food-Produktion, um die Flexibilität der Bodennutzung zu erhalten und einen Beitrag zur Lösung des CO₂-Problems zu leisten.
4. Das EULANU-Konzept kann diese Forderungen erfüllen. Es stellt ein geschlossenes System dar, in dem Nahrungsmittelerzeugung, Non-Food-Produktion bzw. -verwertung und Kulturlandschaftserhalt bei gleichzeitiger Sicherung der Umweltverträglichkeit Einnahmequellen der Landwirtschaft bilden und in einem multifunktionalen Unternehmen untrennbar integriert sind. Nur dieses Zusammenwirken von 3 nahezu unabhängigen Einnahmequellen gibt dem landwirtschaftlichen Unternehmen die notwendige Flexibilität und sichert das erforderliche Einkommen.



Kernpunkte des EULANU-Konzepts sind:

- a) Etablierung der Bioenergieerzeugung neben der Nahrungsmittelproduktion, um eine flächendeckende Biomasseproduktion zu ermöglichen, Überschüsse abzubauen und Nahrungsmittel preisstabilisierend zu verknappen,
- b) Kulturlandschaftsgestaltung und -erhalt als gesellschaftlich und ökologisch unabdingbare Forderung aufzufassen, deren normativ zu ermittelnde Kosten der Landwirtschaft zu vergüten sind,
- c) Sicherung der Umweltverträglichkeit landwirtschaftlicher Produktionsverfahren über ein System kritischer Belastungen für die wesentlichsten Gefährdungspotentiale,
- d) marktwirtschaftliche Organisation der Landwirtschaft, in dem die Nahrungsmittelproduktion, die Bioenergieerzeugung und die Landschaftspflegeleistungen am freien Markt erfolgen.

5. Die Bioenergieerzeugung ist potentiell am ehesten in der Lage, zum echten Flächenkonkurrenten der Nahrungsmittelproduktion zu werden, diese preisstabilisierend zu verknappen und damit Gelder aus dem Überschuffmanagement freizulenken.

- a) Für Bioenergie besteht ein nahezu unbegrenzter Bedarf.
- b) Bioenergie bzw. Biomasse ist nur begrenzt transportwürdig; die Konkurrenz durch Billigimporte daher kaum zu befürchten.
- c) Die Ganzpflanzenverbrennung kann bei einem ganzjährigen Wärmeabnehmer und bei einer investiven Bezuschussung des Heizwerkes schon heute Rentabilität erreichen. Bei Stroh und Holz ist diese Rentabilität teilweise schon gegeben. Der Landwirt sollte allerdings Bioenergie und nicht Biomasse verkaufen, um sich nicht erneut einem Preisdiktat der Rohstoffaufkäufer auszusetzen.
- d) Die Landwirtschaft kann mit der Bioenergieerzeugung einen substantiellen Beitrag zum CO₂- und Energieproblem leisten.

6. Die Vielfalt der historisch gewachsenen Kulturlandschaft ist Ergebnis landwirtschaftlicher Tätigkeit. Landschaftspflege und Landschaftsgestaltung sind somit gesellschaftliche und ökologische Forderungen. Da sie auch nach einem wirtschaftlich bedingtem Rückzug der Landwirtschaft erbracht werden müssen, sind sie somit als vergütungspflichtige Dienstleistungen aufzufassen.

Im Rahmen von EULANU wird die Landschaftsgestaltung über Gemarkungsnutzungs- und -pflegepläne (GNP) geregelt. Diese GNP koordinieren die Erfordernisse der Landwirtschaft, der Landschaftspflege und des Natur- und Ressourcenschutzes und müssen durch das jeweils zuständige Parlament auf Gemeinde-, Kreis- und Landesebene bestätigt werden. Die GNP dienen der Abstimmung, wo Landschaftselemente gestaltet werden müssen, welche Flächen auf Dauer aus jeglicher Nutzung ausscheiden, welche gepflegt werden müssen (mechanisch oder tierisch), wo forstwirtschaftliche Nutzung vorgesehen ist, welche Flächen landwirtschaftlich genutzt werden können, und auf welchen Flächen die Nutzungsform der freien Unternehmerentscheidung unterliegt.

Auf der Grundlage bestätigter GNP kann konkret ermittelt werden, was die Herstellung und Erhaltung einer so gegliederten und gewollten Landschaft jährlich kostet. Das sind:

- a) reale Kosten, die sich aus der Gestaltung und Erhaltung der produktionsfreien Flächen und der Landschaftselemente in der Gemarkung ergeben und
- b) normativ ermittelte Kosten für landwirtschaftlich genutzte Flächen. Hier wird zugrunde gelegt, was es mindestens kosten würde, solche Flächen in einer landwirtschaftsfreien Landschaft offen zu halten und zu pflegen.

Diese GATT-verträgliche Vergütung gemäß GNP steht dem Landwirt allerdings nur dann zu, wenn er auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen so umweltverträglich wirtschaftet, daß die Nachhaltigkeit des Agrarökosystems bewahrt bleibt, andere Ökosysteme keinen Schaden erleiden und die Nahrungsmittelqualität nicht beeinträchtigt wird.

7. Zur Sicherung der Umweltverträglichkeit und Umweltkontrolle wurde für EULANU deshalb eine Methode entwickelt, die es erlaubt, Produktionsverfahren, landwirtschaftliche Betriebe und Landnutzungssysteme vergleichend zu bewerten. Die Methode basiert auf der Festlegung einer Kritischen Umweltbelastung Landwirtschaft (KUL), oberhalb der die Nachhaltigkeit gefährdet ist, ökologische Schäden zu befürchten sind oder ein begründetes Besorgnis vorliegt.

Mit dieser kritischen Belastung, die bisher für ca. 30 Gefährdungspotentiale aus den Bereichen Düngung, Pflanzenschutzmitteleinsatz, Bodenschutz, Artenvielfalt, Landschaftsgestaltung, Tierbesatz und Energiebilanz erarbeitet worden ist, können landwirtschaftliche Betriebe bewertet und gleichzeitig zielorientiert der Rahmen einer umweltverträglichen, nachhaltigen Landwirtschaft abgesteckt werden.

8. Eine nach dem EULANU-Konzept organisierte Landwirtschaft kommt ohne Subventionen, Ausgleichszahlungen und Prämien aus. Der Landwirtschaftsbetrieb erwirtschaftet sein Einkommen ausschließlich am Markt, durch:

- a) die Erzeugung und Vermarktung von Nahrungsmitteln und Industrierohstoffen,
- b) den Verkauf von Bioenergie und
- c) die vergüteten Leistungen der Kulturlandschaftsgestaltung und -erhaltung.

Die Einkommensrealisierung ist lediglich an die Bedingung geknüpft, daß der GNP eingehalten wird und die Verfahren zur Erzeugung von Nahrungsmitteln, Industrie- und Energierohstoffen den Toleranzbereich der Kritischen Umweltbelastungen Landwirtschaft (KUL) einhalten.

9. Bioenergieerzeugung zusammen mit der Leistungsvergütung für den Kulturlandschaftserhalt erlauben eine subventions- und fördermittelfreie Produktion von Nahrungsgütern und Industrierohstoffen. Die Preise werden am Weltmarkt gebildet. Ökonomische Variable bestimmen Betriebsstruktur, Anbauverhältnis und Produktionsverfahren, sofern GNP und KUL eingehalten werden.

Die somit freiwerdenden Mittel aus dem Überschußmanagement bilden die Grundlage der Vergütung für den Kulturlandschaftserhalt und für die nötig werdende investive Förderung der Markterschließung zur Bioenergieerzeugung.

Die Vorteile des EULANU-Konzeptes sind:

- a) Die Landwirtschaft bewahrt die Flexibilität der Bodennutzung, da jederzeit von Biomasse zur Verbrennung auf Biomasse zur Nahrungsmittelerzeugung umgeschaltet werden kann.
- b) Die Produktion von Biomasse zur Verbrennung zeigt geringere Standortanforderungen. Dadurch kann eine flächendeckende Landwirtschaft erhalten und die Integrität des ländlichen Raumes auch auf marginalen Standorten gesichert werden.
- c) Die möglich werdende marktwirtschaftliche Orientierung der Landwirtschaft räumt ihr keine Sonderrolle mehr ein und kann daher bestehende Akzeptanzprobleme entscheidend abbauen.

- d) Das Verhältnis Landwirtschaft - Umwelt kann weitgehend entkrampft werden. Sowohl der Kulturlandschaftserhalt als auch die Umweltverträglichkeit der Produktionsverfahren können mit ökonomischen Mitteln durchgesetzt und kontrollfähig gestaltet werden.
- e) Durch die Bioenergieerzeugung kann die Landwirtschaft einen substantiellen Beitrag zur Energie- und CO₂-Krise leisten und damit direkt unweiterhaltend wirken.

10. Die mögliche Realisierung dieses Konzeptes setzt einen Stufenprozeß voraus, der bis zur Entwicklung einer Eigendynamik ordnungspolitische Eingriffe in folgender Weise erfordert:

- a) investive Förderung zur Errichtung von Bionahwärmesystemen im Sinne eines Ölsteuervorgriffes.
- b) Erneuerbaren Energien (also auch Biomasse) ist bei allen Neubauten und Energieträgerumstellungen, vor allem im ländlichen Raum, eine Vorrangstellung einzuräumen. Die Gleichstellung von Biomasse zu anderen erneuerbaren Energien muß bei allen Förderungen, vor allem bei der Stromeinspeisung, gewährleistet werden.

Das EULANU-Konzept bedarf der Erprobung in verschiedenen nationalen und europäischen Modellregionen.

Eignungsgebiete für den Maisanbau in Thüringen und Möglichkeiten des effizienten und umweltgerechten Anbaus durch agrotechnische Maßnahmen

Dr. Walter Peyker *

1. Eignungsgebiete

Einleitung

In der ehemaligen DDR gab es mehrere Versuche, das Ackerland in Eignungsgebiete für den Silomaisanbau zu unterteilen. Durchgesetzt hat sich die Einteilung nach ROUBITSCHKE und SZENGEL (1969). Die Autoren legten dabei drei Eignungsgebiete mit folgenden Kriterien fest:

Klimagebiet I	15,5 °C	\bar{x} Mai - Sept.
Klimagebiet II	15,0...15,5 °C	\bar{x} Mai - Sept.
Klimagebiet III	15,0 °C	\bar{x} Mai - Sept.

Die Grundlage für diese Unterteilung bildeten die Meßwerte der Klimahauptstationen des meteorologischen Dienstes (für Thüringen 4 Stationen im infrage kommenden Gebiet). Eine Abweichung vom Mittelwert um +/- 0,5 K wurde toleriert. Absolut ausgedrückt, sind damit Abweichungen in der Temperatursumme von Mai bis September von 153 K erlaubt. Ist die Zuordnung zu einem Klimagebiet in für den Maisanbau günstigen Territorien noch einfach zu treffen, so wird es zu den Grenzlagen hin immer schwieriger. In sowohl von den klimatischen als auch von den Bodenbedingungen her sehr heterogenen Gebieten, wie in Thüringen (Abb. 1), ist diese Unterteilung nicht mehr praktikabel. Aus diesem Grunde wurden Lösungswege gesucht, die den Landwirten als Entscheidungshilfe dienen könnten.

Temperaturanalyse Thüringens

Da die Temperatur den größten Einfluß auf die Entwicklung des Maises hat, stellte sie auch hier die Basis für die Eignungsgebiete dar. Zur Temperaturanalyse wurden Meßwerte von 28 Klimastationen des Meteorologischen Dienstes in Thüringen herangezogen. Mit Hilfe von Intervallschätzungen konnten die Stationen zu Gebieten mit einheitlichen Bedingungen gruppiert werden. Die Grundlage dafür bildete die Höhenlage. Als einzig sinnvoll mögliche Unterteilung ergab sich die Gruppierung in Gebiete unter 200 m, zwischen 200 und 300 m, über 300 bis 400 m und über 400 m über NN. In Höhenlagen über 400 m über NN liegen die Temperaturen von Mai bis September in 80% der Jahre unter 13,5 °C, so daß ein Silomaisanbau nicht mehr empfohlen werden kann. Die Durchschnittstemperaturen für die anderen Gebiete sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die Abweichungen der Meßwerte der einzelnen Klimastationen vom dargestellten Mittelwert beträgt +/- 0,25 K. Die Streuung über den Beobachtungszeitraum (1951...1987) betrug unabhängig von der Höhenlage ca. 4,8% oder 110 K. Um die Sicherheit der Aussagen zu erhöhen wurden die Mindesttemperaturen für 80% der Jahre berechnet, das heißt das in 4 von 5 Jahren die angegebene erreicht bzw. übertroffen wird. Wie aus der Tabelle 1 ersichtlich, verschlechtern sich die Temperaturverhältnisse vom Gebiet unter 200 über NN zum nächst folgenden mit einer Abnahme während der Vegetationszeit um 122 °C bereits beträchtlich.

Begrenzend auf die Vegetationszeit des Maises wirken das Erreichen der notwendigen Keimtemperaturen sowie das Auftreten von ersten Frösten. Beides zeigt die Tabelle 2, wobei für das Erreichen der minimalen Keimtemperatur das anhaltende Überschreiten von 9 °C Tagesdurchschnittstemperatur der Luft unterstellt ist. Um die zur Verfügung stehende Vegetationszeit möglichst maximal auszunutzen, sollte die Aussaat im günstigsten Gebiet in der letzten Haldekade April, in den anderen Gebieten in der ersten Maidekade erfolgen. Spätfröste im Mai wurden im Beobachtungszeitraum nicht registriert.

In der ersten Oktoberdekade traten nur kurzzeitige und relativ schwache Fröste auf. Bei ordnungsgemäßem Anbau dürften keine wesentlichen Schädigungen am Mais feststellbar sein. Danach muß jedoch mit stärkeren Frösten gerechnet werden. Unter Berücksichtigung dieser Daten sollte der Landwirt die Sorten so auswählen, daß diese mit hoher Wahrscheinlichkeit Ende September die Siloreife erreichen.

Ergebnisse aus Ernteterminversuchen

Aus Ergebnissen mehrjähriger Ernteterminversuche wurden die Temperatursummen ermittelt, die Sorten verschiedener Reifezeiten unter den Bedingungen des Gebietes zwischen 200 und 300 m über NN benötigen, um die Siloreife zu erreichen. Die beste Anpassung an die gemessenen Werte zeigten lineare Regressionsfunktionen. Aus Schätzfunktionen ergeben sich für die geprüften Sorten zum Erreichen eines Trockensubstanzgehaltes in der Gesamtpflanze von 30 % folgende notwendigen Temperatursummen von der Saat bis zur Ernte:

Bezemara	(FAO 200)	2034 °C
Beketrio	(FAO 230)	2273 °C
Boss	(FAO 250)	2262 °C

Schlußfolgerungen

Bei Unterstellung der Gültigkeit dieser Regressionsfunktionen für alle Höhenlagen in Thüringen und Gegenüberstellung, der aus der Temperaturanalyse ermittelten Temperatursummen von Mai bis September für die einzelnen Höhenlagen für 80 % der Jahre, ergibt sich für die ausgegrenzten Gebiete folgende allgemeine Empfehlung zur Sortenwahl:

Höhenlage m über NN	Bezeichnung in Abb. 1	Sorten mit max. FAO- Reifezahl
unter 200	sehr gut geeignet	250
200...300	gut geeignet	230
300...400	geeignet	210

Jeder Landwirt kennt die Höhenlage seiner Schläge. Somit hat er eine sehr praktikable Entscheidungshilfe, eine optimale, schlagbezogene Sortenwahl vorzunehmen.

Bei Standorten an der Grenze zwischen zwei ausgegrenzten Gebieten, sollte sich die Sortenwahl immer an den ungünstigeren Bedingungen orientieren.

Die gesamte Ackerfläche in Thüringen beträgt ca. 630000 ha. Davon entfallen auf das von der Temperatur her günstigste Gebiet ca. 120000 ha (19 %), auf das mittlere Gebiet 220000 ha (35 %) und auf die Grenzlagen des Silomaisanbaues 183000 ha (29 %). Etwa 107000 ha (17 %) sind aus Temperaturgründen für den Silomaisanbau nicht geeignet.

Tabelle 1:

Durchschnittswerte und Erwartungswerte für 80 % der Jahre für die Lufttemperatur von Mai bis September in unterschiedlichen Höhenlagen in °C
(Beobachtungszeitraum 1951...1987)

Höhenlage m über NN	80 % der Jahre		
	\bar{x}	\bar{x}	$\sum t$
unter 200	15,6	15,0	2295
200...300	14,8	14,2	2173
300...400	14,4	13,8	2111

Tabelle 2:

Anhaltendes Überschreiten von 9 °C Tagesdurchschnittstemperatur der Luft für 80 % der Jahre sowie durchschnittliche Temperaturen und Auftreten von Frühfrösten in der 1. Oktoberdekade in unterschiedlichen Höhenlagen

(Beobachtungszeitraum 1951...1980)

Höhenlage m über NN	A	B	Frühfröste in % der Jahre		
	Datum	°C	-1 °C	-3 °C	-5 °C
unter 200	29.04	10,7	19	16	1
200...300	01.05	10,0	29	17	5
300...400	04.05	10,0	27	10	1

A - anhaltendes Überschreiten von 9 °C Tagesdurchschnittstemperatur der Luft in 80 % der Jahre

B - Durchschnittstemperaturen der Luft in der ersten Oktoberdekade

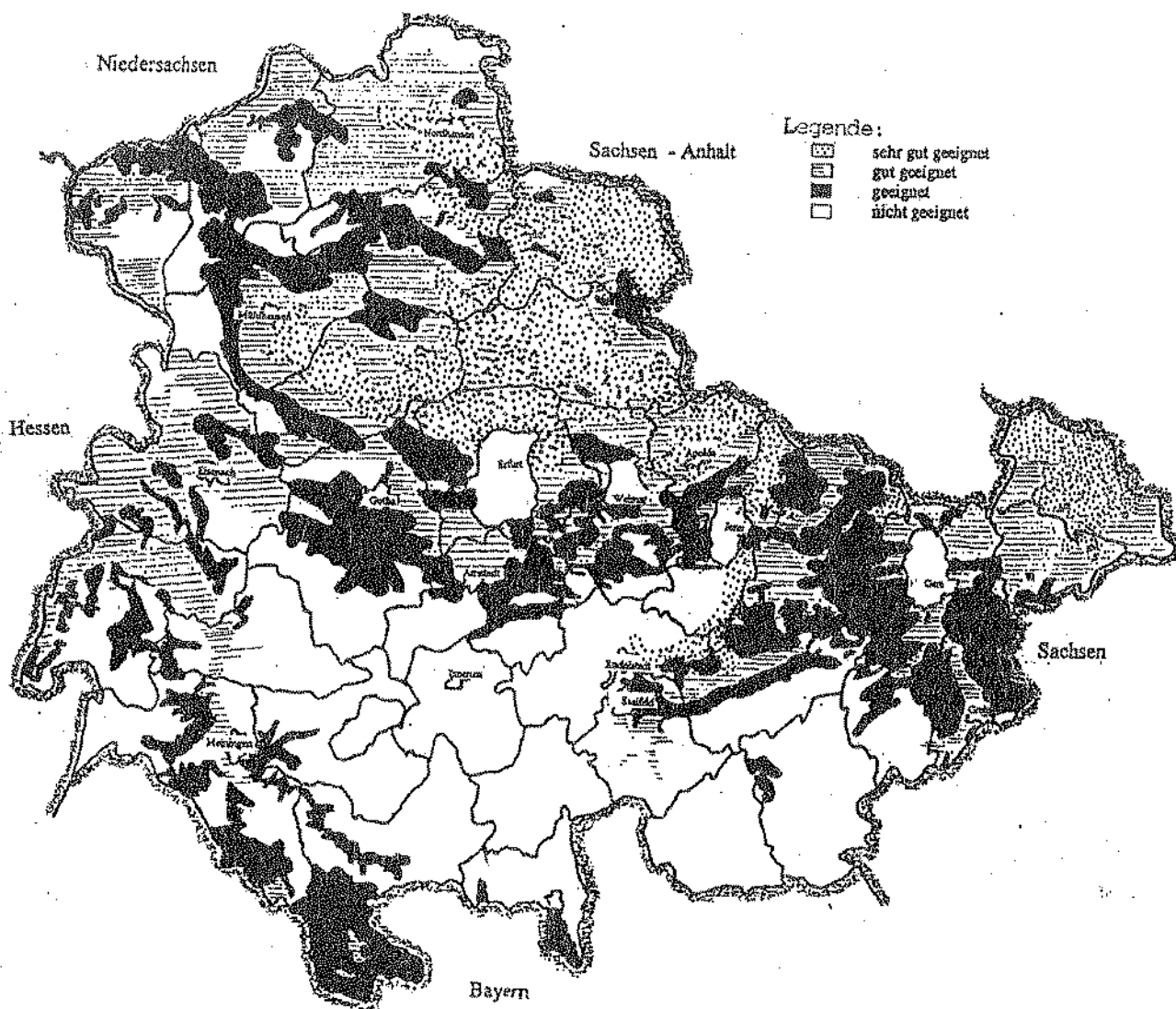


Abbildung 1: Eignungsgebiete für den Silomaisanbau in Thüringen (PEYKER, 1993)

2. Standraumverteilung

Einleitung

Fragen der Standraumverteilung schienen seit Mitte der achtziger Jahre geklärt. Eine Erhöhung der Bestandesdichte führte - bis zu einer bestimmten Grenze - zur Erhöhung des Ertrages. Dabei wurde aber vor allem der Restpflanzenertrag gesteigert, während der Kolben- und damit auch der Kornanteil sank (HEPTING, 1981, 1982). Auch unter Thüringer Anbaubedingungen ließ sich dieses Fazit ziehen (PEYKER, 1989). Eine Variation der Reihenweite im Bereich von 40 bis 80 cm beeinflusste den Ertrag nur in den wenigsten Fällen. Bei einer Kombination unterschiedlicher Bestandesdichten mit differenzierten Reihenweiten überdeckte der Einfluß der Pflanzenzahl den des Reihenabstandes (HEPTING, 1981; PEYKER, 1989).

Diese Erkenntnisse besitzen Gültigkeit für die zu dieser Zeit zur Verfügung stehenden Sorten und für die von der Wuchsform her ähnlichen neueren Sorten. Der Habitus der Maissorten hat sich aber in jüngster Zeit stark verändert. Zwischen den Sorten treten unter anderem erhebliche Unterschiede in der Wuchshöhe und in der Blattstellung auf. Aus diesem Grunde erscheint es notwendig, speziell die stark in ihrer Wuchsform abweichenden Typen, hinsichtlich der Reaktion auf die Standraumverteilung zu überprüfen.

Material und Methodik

In der Versuchsstation Friemar (Tab. 3) wurde 1992 mit einem Parzellenversuch zu dieser Thematik begonnen. Da in Thüringen das Hauptaugenmerk des Maisanbaues auf der Silomaisproduktion liegt, erfolgte die Ansaat und Ernte auch entsprechend. Die getesteten Varianten zeigt die Tabelle 4. Die Aussaat und die Ernte erfolgte von Hand.

Im Jahre 1993 stand dieser Versuch, aufgrund der Ergebnisse des vorangegangenen Jahres, auch noch in der Versuchsstation Bollberg (Tab. 3).

Ergebnisse

Die Trockenmasseerträge der Gesamtpflanze und des Kolbens sowie der prozentuale Anteil lagernder und steriler Pflanzen (Pflanzen, deren Kolben nicht oder nur teilweise ausgebildet sind) für die Versuchsstation Friemar im Mittel der Jahre 1992/1993 zeigt die Tabelle 5. Beim Gesamttrockenmasseertrag führte bei gleicher Bestandesdichte eine Reduktion des Reihenabstandes von 75 auf 30 cm zu einer signifikanten Ertragsüberlegenheit. Die Varianten mit der höchsten Bestandesdichte bei 30 cm Reihenweite erreichten einen gesicherten Mehrertrag gegenüber allen anderen Prüfgliedern. Durch Erhöhung der Bestandesdichte und gleichem Reihenabstand ließ sich ebenfalls ein signifikanter Mehrertrag erzielen. Nur bei der Sorte Aviso war die Variante mit 14 Pflanzen/m² und 75 cm Reihenweite dem Prüfglied 10/30 ertragsüberlegen. Die Ursache dafür könnte in der sehr aufrechten Blattstellung liegen, so daß sich die Einzelpflanzen trotz des sehr geringen Abstandes in der Reihe noch relativ gut entwickelten. Da die Erhöhung des Gesamtpflanzenertrages nicht allein auf dem Restpflanzenanteil beruht, wird aus dem Kolbenertrag sichtbar. Auch bei diesem Kriterium erhöhte sich bei gleicher Bestandesdichte und einer Reduktion der Reihenweite der Ertrag signifikant, ebenso bei gleicher Reihenentfernung und einer Erhöhung der Bestandesdichte. Bei der Sorte Boss war außerdem die Variante mit 10 Pflanzen/m² und 30 cm Reihenweite dem Prüfglied 14/75 überlegen. Im Gegensatz zu früheren Erkenntnissen beeinträchtigte bei den Prüfsorten die Erhöhung der Bestandesdichte nicht die Standfestigkeit. Auch der Anteil steriler Pflanzen blieb unverändert. Diese Ergebnisse ließen sich sowohl im überdurchschnittlich warmen Jahr 1992 als auch im bedeutend kühleren Jahr 1993 konstatieren.

Die Ergebnisse der von den Standortbedingungen her für den Maisanbau ungünstigeren Versuchsstation Bollberg bestätigen die getroffenen Aussagen (Tab. 5).

Diskussion und Schlußfolgerungen

Die beiden Prüfsorten als typische Vertreter der Kompakttypen reagierten auf eine Variation von Bestandesdichte und Reihenweite anders als nach bisherigen Erkenntnissen. Die Erhöhung der Bestandesdichte führte nicht nur zu einer Mehrproduktion vegetativer Pflanzenbestandteile, sondern förderte auch den Kolbenertrag. Da der Spindelanteil zum großen Teil genetisch bedingt ist, läßt sich schlußfolgern, daß auch der Kornertrag positiv beeinflusst wird. Die deutlichen Mehrerträge der Varianten mit der höchsten Bestandesdichte und 30 cm Reihenweite lassen auf eine bessere Nährstoffausnutzung durch die gleichmäßigere Standraumverteilung schließen. Abschließende Aussagen lassen sich nach den zwei Versuchsjahren noch nicht machen. Auch dürfen diese Ergebnisse nicht vorbehaltlos auf andere Kompaktorten übertragen werden. Neben der Einbeziehung weiterer Sorten, erscheint es notwendig, in Praxisversuchen zu überprüfen, ob sich die beschriebenen ertraglichen Effekte auch im Landwirtschaftsbetrieb in dieser Weise zeigen. Mehrere technische Fragen bedürfen noch der Klärung. Nach Aussage der Landmaschinenhersteller arbeiten moderne Maislegemaschinen auch bei Reihenweiten von ca. 30 cm problemlos. Bei der Silomaisernnte gibt es mit reihenunabhängig arbeitenden Schneidwerken eine technische Lösung. Bei der Körnermaisernnte könnten eher Probleme auftreten. Auch gilt es noch Fragen bei der Pflege des Maises zu lösen.

Eine gleichmäßigere Verteilung der Maispflanzen auf dem Feld hätte zusätzlich aus ökologischer Sicht Vorteile, z.B.

- eine bessere Nährstoffausnutzung und damit eine Verminderung der Auswaschungsgefahr
- ein früherer Bestandesschluß, welcher die Erosionsgefahr, speziell bei den in Thüringen häufig auftretenden Starkregen im Frühsommer, vermindern würde
- der zeitige Bestandesschluß führt zu einer früheren Beschattung des Bodens, so daß der Zeitraum, in welchem eine hohe Unkrautfreiheit aus Sicht der Ertragsbildung notwendig ist, sich eventuell verkürzen könnte und damit auch die Möglichkeit einer Reduktion der Herbizidaufwandmenge bestünde.

Erkenntnisse, auch zu diesem Problembereich müssen noch in weiteren Untersuchungen gewonnen werden. Erst dann sind sichere Empfehlungen für die Praxis möglich.

Tabelle 3:
Beschreibung der Versuchsstandorte

Ort	Höhenlage (m ü. NN)	Ackerzahl	Temperatur (°C)			Niederschlag (mm)		
			Mai - September			Mai - September		
			langj.	1992	1993	langj.	1992	1993
Friemar	280	87	14,7	16,2	14,2	302	356	354
Bollberg	320	34	14,6	-	14,0	320	-	376

Tabelle 4:
Prüfvarianten der Versuche auf beiden Versuchsstationen

Sorte	BD Pfl/m ²	/	RW cm	=	AR cm
Aviso	10	/	75	=	13,3
Boss	14	/	75	=	9,5
	10	/	30	=	33,3
	14	/	30	=	23,8

BD - Bestandesdichte

RW - Reihenweite

AR - Abstand in der Reihe

Tabelle 5:
Trockenmasseerträge der Gesamtpflanze und des Kolbens sowie lagernde und sterile Pflanzen

Sorte	BD Pfl/m ²	RW cm	TMG dt/ha	TMK dt/ha	Lager %	Ster. Pfl. %
Standort Friemar (1992...1993)						
Aviso	10	75	159,9	90,1	0,7	0,01
	14	75	192,6	104,4	7,5	0,00
	10	30	178,5	99,5	4,6	0,00
	14	30	213,2	119,5	3,9	0,75
Boss	10	75	170,5	94,8	9,8	0,75
	14	75	181,1	102,4	8,1	0,71
	10	30	189,4	110,4	5,9	1,00
	14	30	217,0	126,6	6,7	0,71
GD _t			9,9	6,7	-	-
Standort Bollberg (1993)						
Aviso	10	75	147,4	68,9	0,0	0,00
	14	75	161,4	75,2	1,1	0,00
	10	30	168,5	76,0	0,5	0,00
	14	30	183,0	82,5	0,9	0,00
Boss	10	75	166,4	84,3	0,8	0,00
	14	75	184,8	96,0	0,0	0,00
	10	30	188,9	90,6	0,0	0,00
	14	30	210,4	96,8	0,0	0,00
GD _t			12,6	6,2	-	-

BD - Bestandesdichte

RW - Reihenweite

TMG - Trockenmasseertrag der Gesamtpflanze

TMK - Trockenmasseertrag Kolben

Literatur:

HEPTING, L.: Welchen Einfluß hat die Nutzungsrichtung bei Mais auf dessen Anbautechnik. - Mais-Kolloquium. - Einbeck, 1981

HEPTING, L.: Die optimale Bestandesdichte. - In: Mais.- Münster/Hiltrup 10(1982)2. - S. 14-16

PEYKER, W.: Empfehlungen und Entscheidungshilfen zur Produktion von kolbenreichem Silomais in Thüringen. - Paulinenaue, 1989

ROUBITSCHKE, W.; SZENGEL, G.: Klimatische Eignung für den Silomaisanbau: Planungsatlas Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft DDR. - Berlin, 1969

Rindergülle - ohne und mit mineralischer Stickstoffergänzung auf Grünland Dr. W. Klöcker*

In der ersten Hälfte der achtziger Jahre machte man sich, zum Teil aus wirtschaftlichen Erwägungen, zum anderen aus umweltrelevanten Gründen, vermehrt Gedanken über den Wert der Gülle.

Während in der Praxis noch eine "Güllebeseitigung" zu besonders "gülledankbaren" Arten wie Mais und Rüben die Regel war und man die Gülle auf das Grünland nur ausfuhr, wenn Ackerflächen nicht befahrbar waren, zeigten Versuchsergebnisse, dass Gülle auf Grünland durchaus ertragssteigernd eingesetzt werden kann. Erwähnt seien hier Versuchsergebnisse von Waßhausen und Würtele (1), Ergebnisse der LK Schleswig-Holstein(2), Zahlen aus "Gülle-Zahlen und Anmerkungen"(3) und Ergebnisse von Ruppert u. a. (4).

Grundtenor dieser Veröffentlichungen war, dass die Güllewirkung oder Gülleausnutzung bei Ausbringung zu Vegetationsbeginn weit besser sei, als bei Herbstausbringung. Ebenfalls wurde eine Verbesserung der Leistung des Güllestickstoffs durch zusätzliche mineralische N-Düngung herausgestellt. Letzteres wurde auch von Ernst (5) und Mott und Ernst (6) hervorgehoben. In diesen Veröffentlichungen wurde aber auch gesagt, dass Gülledüngung im Herbst die gleiche Wirkung wie eine Frühjahrsdüngung mit Gülle haben kann.

Um nachzuprüfen, wie weit die bekannten Ergebnisse auf die Mittelgebirgsregion im Rheinischen Schiefergebirge übertragbar seien, haben wir 1986 an 3 Standorten, einer davon musste nach drei Jahren aufgegeben werden, einen Versuch mit folgenden Fragestellungen angelegt:

1. Wie wirkt Rindergülle auf den Ertrag und welche Wirkung hat zusätzlich gedüngter mineralischer Stickstoff?
2. Ist Herbst- oder Frühjahrgülleausbringung besser?
3. Gibt es, vor allem nach Herbstgülledüngung, N-Austräge?
4. Wo liegt die N-Leistung von Gülle-N und mineralischem N?
5. Wie ist die Bestandsentwicklung bei den unterschiedlichen Düngungsregimen?

Der Versuch umfasste insgesamt 12 Versuchsglieder, von denen hier die folgenden acht ausgewertet werden:

Versuchsplan:

- | | |
|---------|---|
| Vgl. 1. | ohne Gülle, ohne mineral. N |
| 2. | 25 m ³ Gülle Ende Oktober, ohne mineral. N |
| 5. | 25 m ³ Gülle Mitte März, ohne mineral. N |
| 6. | 25 m ³ Gülle Ende Oktober, 25 m ³ Gülle Mitte März, ohne mineral. N |
| 7. | ohne Gülle, 200 kg N |
| 8. | 25 m ³ Gülle Ende Oktober, 200 kg N |
| 11. | 25 m ³ Gülle Mitte März, 200 kg N |
| 12. | 25 m ³ Gülle Ende Oktober, 25 m ³ Gülle Mitte März, 200 kg N |

Die PK-Düngung wurde, basierend auf Tabellenwerten für die Gehalte in 50 m³ Rindergülle, auf 100 kg P₂O₅/ha und 280 kg K₂O/ha festgelegt. Gedüngt bzw. aufgedüngt wurde mit Tbonasphosphat und 40er Kalidüngesalz.

Bei Zugrundelegung der im Labor ermittelten Nährstoffgehalte der Gülle war die Düngung im Mittel von Orten und Jahren wie in folgender Tabelle angegeben.

* Lehr- und Versuchsanstalt Emmelshausen-Borler der Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz, Rhein-Mosel-Straße 7, 56281 Emmelshausen.

Tabelle 1: Ausgebrachte Düngung, Ø 7 Jahre/2 Orte

	Varianten	Gesamt-N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha
1.	ohne Gülle, ohne min. N	---	100	280
2.	25 m ³ Gülle Herbst, ohne min. N	113	105	280
5.	25 m ³ Gülle Frühjahr, ohne min. N	104	105	285
6.	25 m ³ Gülle Herbst, 25 m ³ Frphjahr, ohne min. N	216	115	310
7.	200 kg N	200	100	280
8.	Gülle wie 2., 200 kg min. N	313	105	280
11.	Gülle wie 5., 200 kg min. N	304	105	285
12.	Gülle wie 6., 200 kg min. N	416	115	310

Standorte:

Maisborn, vorderer Hunsrück, Braunerde-Pseudogley, Höhenlage ca. 500 m über NN, Niederschläge 750 mm, Ø Temperatur 7,5°C, Bodenuntersuchung: pH 4,7, P₂O₅ 8 mg, K₂O 18 mg, Mg 9 mg.

Herzfeld, Westeifel, Braunerde-Ranker, Höhenlage ca. 500 mm über NN, Niederschläge 900 mm, Ø Tagestemperatur 7,4 °C, Bodenuntersuchung: pH 5,6, P₂O₅ 15 mg, K₂O 35 mg, Mg 14 mg.

Entwicklung der Pflanzenbestände

In Herzfeld wurde der Versuch auf einer 2 Jahre alten Ansaat mit der Standardmischung G II angelegt. Hier wuchsen 1986, wie das bei dieser Mischung zu erwarten war, ca. 60 % Deutsches Weidelgras, gut 20 % Lieschgras und Wiesenschwingel, etwa 3 % Wiesenrispe und der Rest von 10 % waren Leguminosen.

Auf den Teilstücken ohne mineralischen Stickstoff bildeten sich in Herzfeld bald Bestände mit ca. 40 % Weissklee. Ab 1991 ging der Klee etwas zurück und machte Löwenzahn Platz, der Ende 1993 etwa 10 bis 12 % Anteile hatte.

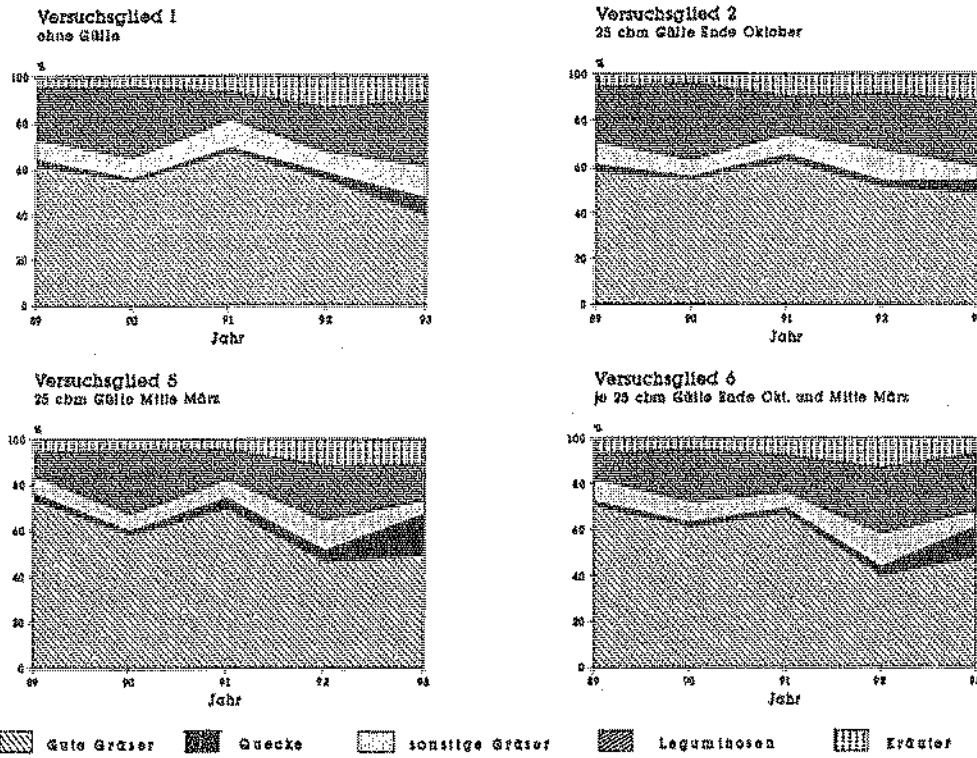
Auf den Parzellen, auf denen zusätzlich zu Gülle mineralischer Stickstoff gedüngt wurde, entwickelten sich zunächst fast reine Grasbestände. Im Winter 1989/90 wurde das Deutsche Weidelgras auf den mit insgesamt 300 - 400 kg N gedüngten Teilstücken 8, 11 und 12 geschädigt, in den entstandenen Lücken breiteten sich Löwenzahn und Quecke aus, die 1993 einen Ertragsanteil von 25 % bzw. 10 % hatten.

In Maisborn wurde der Versuch auf einer 10 Jahre alten Ansaat, die nur gelegentlich im Herbst einmal überweidet wurde, angelegt. Der Bestand setzte sich 1986 aus ca. 35 % Obergräsern (20 % Lieschgras, 10 % Wiesenschwingel, 5 % Knaulgras), 40 % Untergräsern (10 % Rotschwingel, jeweils 15 % Wiesenrispe und Deutsches Weidelgras), 15 % anderen Gräsern (Wolliges Honiggras, Gemeine Rispe, Quecke) und ca. 10 % Leguminosen und Kräutern zusammen.

Auf den Teilstücken ohne mineralische N-Düngung war eine stetige Zunahme des Klee- und Kräuteranteils zu beobachten, wobei sich in den letzten Jahren der Kräuteranteil etwas vergrößerte und gleichzeitig auch die Quecke zunahm und der Ertragsanteil der "guten Gräser" rückläufig war. Eine Güllendüngung im Frühjahr scheint die Weisskleeentwicklung zurückzuhalten (Darstellung 1).

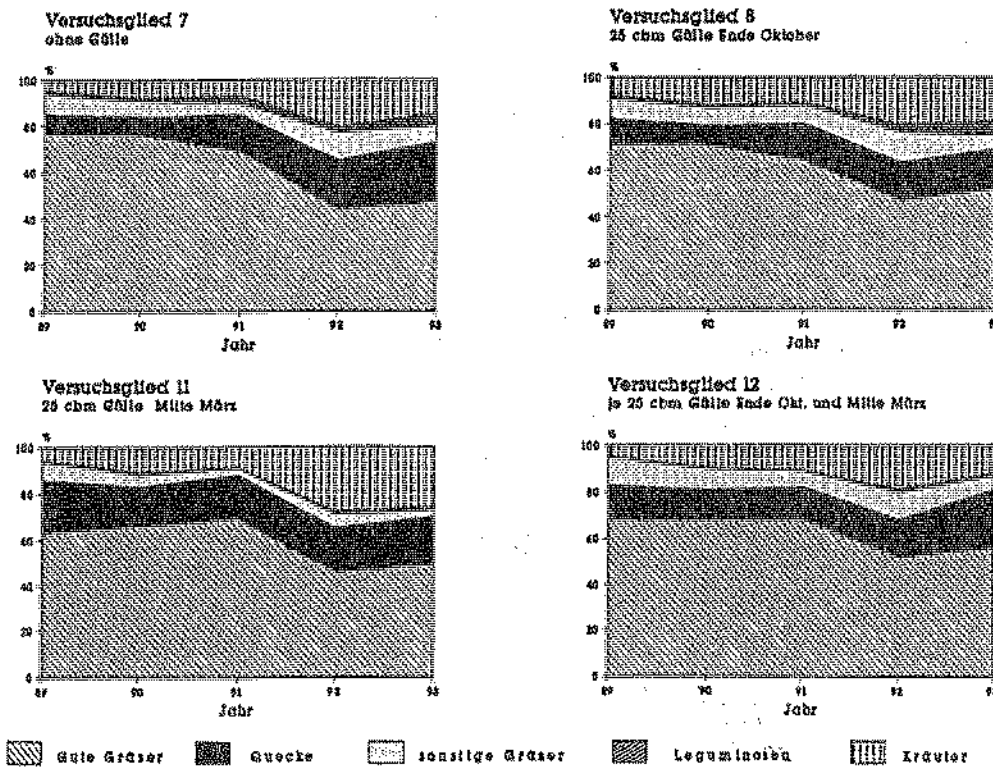
Mit der mineralischen Stickstoffdüngung wurde der bei Versuchsbeginn noch vorhandene Weissklee fast ganz verdrängt. Der im Ausgangsbestand vorhandene Queckenanteil von 2 - 3 % verzehnfachte sich bis 1993. Zu einer stärkeren Verkräutung kam es nach 1991.

Darstellung 1: Entwicklung der Pflanzenbestände, Standort Maisborn
Versuchsglieder ohne mineralischen Stickstoff



Insgesamt kann man sagen, dass sich der Anteil der weniger erwünschten Arten (Gemeine Risppe, Wolliges Honiggras, Quecke und die Kräuter, hier vor allem der Löwenzahn) von 1989 mit ca. 25 % auf ca. 50 % im Jahr 1993 verdoppelt haben (Darstellung 2).

Darstellung 2: Entwicklung der Pflanzenbestände, Standort Maisborn
Versuchsglieder mit 200 kg N/ha/Jahr



Erträge

Die Ertragshöhe war, bezogen auf das Mittel der Jahre, an beiden Standorten ähnlich (Tab. 2). Lediglich bei der Variante 1 (ohne Gülle, ohne min. N) differierten die Erträge stärker, was mit der höheren Leistungsfähigkeit des neugesäten Bestandes zu erklären ist. Der alleine durch den Güllestickstoff erreichte Mehrertrag gegenüber der Variante ohne Gülle und ohne mineralisches N liegt je nach Variante zwischen 20 und 30 %. Die Gülledüngung im Herbst ist der Frühjahrsbegüllung überlegen. Das gilt auch für den Versuchsteil, bei dem neben Gülle noch mineralischer Stickstoff ausgebracht wurde. Die Differenz ist aber nicht statistisch abzusichern. Die Mineraldüngung mit 200 kg N brachte einen um gut 40 % höheren Ertrag und bei Gülle- und mineralischer Düngung lag der Mehrertrag gegenüber der Variante 1 zwischen 55 und 70 %. Der durch die zweite Güllegabe erzielte Mehrertrag ist statistisch abgesichert.

Tabelle 2: Erträge, 7 Jahre, 2 Standorte

Vgl.	Behandlung	TM		RP	TM rel. zu Ø	
		dt/ha	rel. zu 1	dt/ha	Maishorn	Herzfeld
1	ohne Gülle, ohne min. N	59,5	100	9,50	90	110
2	25 m ³ Gülle, Herbst, ohne min. N	72,8	122	11,34	96	104
5	25 m ³ Gülle, Frühj., ohne min. N	70,6	119	10,73	94	106
6	25 m ³ Gülle Herbst, 25 m ³ Frühj., ohne min. N	78,3	132	11,44	100	100
7	ohne Gülle, 200 kg N	85,2	143	12,21	97	103
8	25 m ³ Gülle Herbst, 200 kg N	95,2	160	12,348	102	98
11	25 m ³ Gülle Frühj., 200 kg N	92,5	155	13,74	99	101
12	25 m ³ Gülle Herbst, 25 m ³ Frühj. 200 kg min. N	102,1	172	14,93	102	98
	GD 5 %	5,20		0,80		

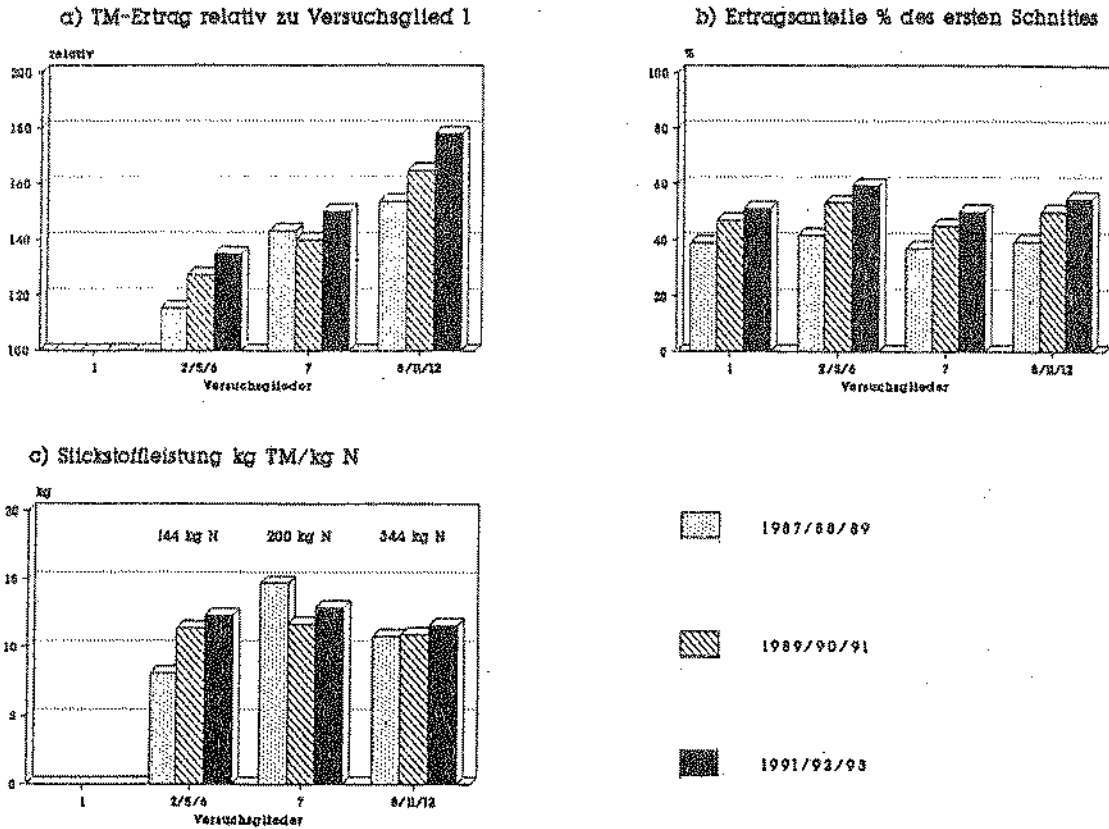
Das Ertragsniveau der gullegedüngten Teilstücke wurde im Laufe der Versuchszeit höher. Die stetige Zufuhr des organisch gebundenen Stickstoffs muss als Ursache dafür angenommen werden. Das ist an der Ertragsentwicklung im gleitenden 3-Jahres-Mittel zu erkennen. Bezogen auf die Variante ohne Gülle und ohne mineralisches N lag der Mehrertrag auf den nur gegüllten Varianten (2,5,6) in den ersten drei Jahren bei 15 %, in den mittleren drei Jahren bei 27 % und in den drei letzten Jahren bei 35 %. Bei den gulle- und mineralisch gedüngten Teilstücken lagen die Mehrerträge gegenüber der Variante 1 in den entsprechenden Perioden bei 54 % bzw. 65 % bzw. 78 %. Die Ertragsrelation der nur mit mineralischem N gedüngten Parzelle 7 zu der Parzelle 1 blieb dagegen bei 43, 40 und 50 % fast gleich (Darstellung 3a).

Nach den Versuchsergebnissen verursachte die organische Düngung eine Ertragsverlagerung mehr zum ersten Schnitt hin. Bei den Varianten ohne Gülle lag der Anteil des 1. Schnittes in den ersten drei Versuchsjahren bei 38 %, in der mittleren Periode bei 46 und in der letzten bei 50 %. Bei den gullegedüngten Parzellen war der Anteil des ersten Schnittes 41 bzw. 52 bzw. 57 % (Darstellung 3b).

Die nachhaltige Wirkung der Gülledüngung ist auch über die Entwicklung der Stickstoffleistung je kg N nachzuweisen. (Darstellung 3c) Bei der ausschliesslich mineralischen Düngung (Variante 7) liegt die Produktionsleistung an TM je kg N in den ersten 3 Jahren bei 14,7, in den mittleren 3 Jahren bei 11,7 und in den letzten 3 Jahren bei 12,9 kg TS/kg N. Im Falle der ausschliesslichen Gülledüngung (Varianten 2,5,6) war die Ertragsleistung des Stickstoffs (Gesamtstickstoff) 8,1 bzw. 11,4 bzw. 12,3 kg TS/kg N. Je kg N aus Gülle und mineralischer Düngung (Varianten 8, 11,

12) wurden 10,8 bzw. 11,3 bzw. 11,6 kg TS/kg N produziert. Die Leistung des Güllestickstoffs kommt im Laufe der Zeit der des Mineralstickstoffs sehr nahe.

Darstellung 3 : Gleifendes Versuchsmittel



N-min-Untersuchungen

Dass von dem im Herbst gedüngten N nicht viel verloren gehen kann, lässt sich aus den im Laufe der Versuchszeit ermittelten Erträge ableiten. Da das aber so nicht vorhersehbar war, haben wir von Versuchsbeginn an auf allen Parzellen N-min-Untersuchungen durchgeführt, und zwar jeweils in den letzten Dekaden der Monate November und Dezember und nochmals in der zweiten Märzdekade. Die Böden wurden bis auf eine Tiefe von 60 cm beprobt. In den beiden ersten Versuchsjahren wurden, vor allem in Herzfeld, relativ hohe Werte gefunden (Darstellung 4a). Das mag darauf zurückzuführen sein, dass dort zwei Jahre vor Versuchsginn noch geackert wurde. Danach pendelten sich die Werte in einem Bereich um 20 - 25 kg N/ha ein. Verluste in erheblichem Umfang vom Herbst zum Frühjahr hin sind nicht zu registrieren.

Betrachtet man die unterschiedlich behandelten Versuchsglieder (Darstellung 4 b), kann man sagen, dass die 200 kg N auf Versuchsglied 7 keine höheren N-min-Werte hinterlassen, als der Verzicht auf jede N-Düngung in Versuchsglied 1. Eine Gölledüngung, auch im Herbst, erhöhte die N-min-Gehalte des Bodens über Winter nicht. Die zusätzliche Stickstoffgabe zur Gülle in den Versuchsgliedern 8, 11 und 12 hatte auch keine Anhebung der N-min-Werte gegenüber den nur gegüllten Teilstücken 2, 5 und 6 zur Folge.

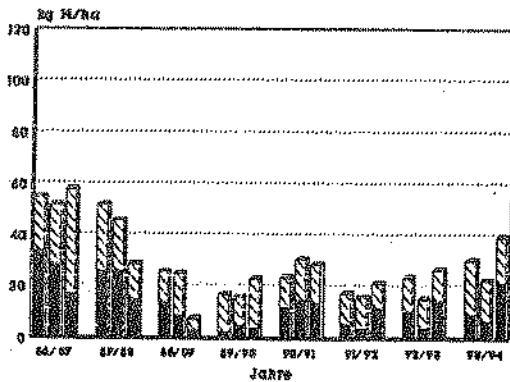
Damit ist aber nicht geklärt, wo der Stickstoff bleibt, denn bei einer N-Bilanz, bei der auf der einen Seite der N-Entzug über das Erntegut und die Mehr- oder Mindermengen im Boden stehen und auf der anderen Seite die N-Zufuhr über die Düngung (wobei der Gesamt-N-Gehalt der Gülle angesetzt ist), bleibt ein Überhang von 80 - 150 kg N bei Gülle- plus Mineral-N-Düngung.

Einen Hinweis, wo der im Herbst mit der Gülle gedüngte Stickstoff bleibt, könnte eine Testuntersuchung liefern, die im Januar 1994 durchgeführt wurde. Aus den Varianten ohne Gülledüngung, Gülledüngung im Herbst und Gülledüngung im Frühjahr wurden Bodenwürfel mit einer Kantenlänge von 25 cm entnommen und es wurden aus diesen Bodenwürfeln Wurzeln und Stoppeln ausgewaschen. Eine Untersuchung dieses Materials ergab für die Probe aus den nicht mit Gülle gedüngten Teilstücken 1 und 7 einen N-Gehalt von 1,26 g/kg TM, für die Probe aus den im Herbst mit Gülle gedüngten Teilstücken 2 und 8 einen N-Gehalt von 1,72 g/kg TM und für die Probe aus den im Frühjahr mit Gülle gedüngten Teilstücken 5 und 11 einen N-Gehalt von 1,60 g/kg TM. Vorausgesetzt, dass die ermittelten Stoppel-Wurzel-Erträge für die Flächen repräsentativ waren, bedeutet dies, dass auf den Teilstücken 1/7 ca. 300 kg N/ha, auf den Teilstücken 2/8 ca. 380 kg N/ha und auf den Teilstücken 5/11 ca. 320 kg N/ha in dem Pflanzenmaterial gebunden waren.

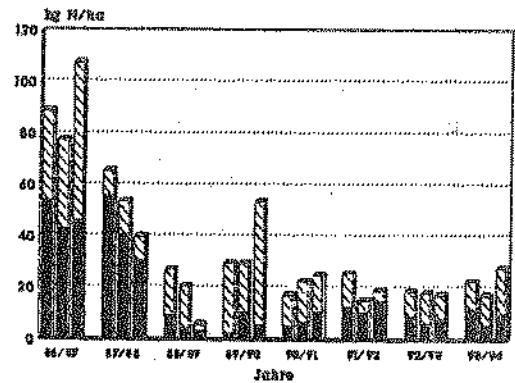
Darstellung 4 : N-min Untersuchungen

a) Jahresmittel der Versuchsglieder

Standort Maisborn

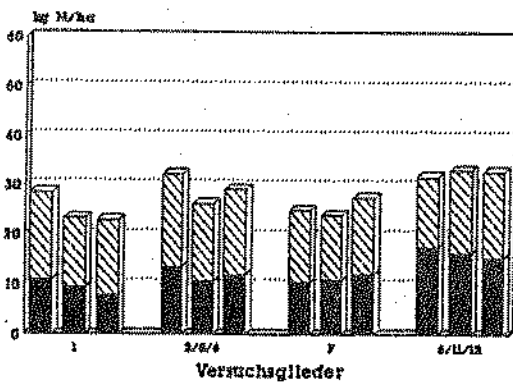


Standort Herzfeld

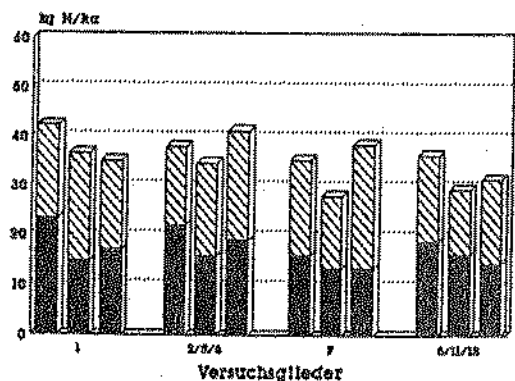


b) Versuchsglieder im Mittel der Jahre


Standort Maisborn



Standort Herzfeld



Legende : jeweils 1.Säule = Ende November
 jeweils 2.Säule = Ende Dezember
 jeweils 3. Säule = Mitte März

 NH 4
 NO 3

Zusammenfassend ist zu sagen:

1. Bei alleiniger GÜlledüngung besteht langfristig ein Trend zur Abnahme der besseren Gräser, der Weisskleeanteil nimmt zu. Mineralischer Stickstoff in der Menge von 200 kg N/ha/a zusätzlich zur GÜlle lockerte offensichtlich die Narbe auf, Quecke und Kräuter breiteten sich aus.
2. Bei langfristiger GÜlledüngung ist die Leistung des GÜllestickstoffs ähnlich der von mineralischem Stickstoff. GÜlledüngung im Herbst hat keine geringere Wirkung als FröhjarsbegÜllung.
3. Nach den N-min-Werten zu schliessen unterliegt im Herbst ausgebrachter GÜllestickstoff keiner stärkeren Auswaschung als im Laufe der Vegetationszeit gedüngter Stickstoff in Form von GÜlle oder Mineraldünger.

Tabelle 4: Erträge, 7 Jahre, 2 Standorte

Vgl.	Behandlung	TM	rel. zu 1	RP	TM rel. zu Ø	
		dt/ha		dt/ha	Maisborn	Herzfeld
1	ohne GÜlle, ohne min. N	59,5	100	9,50	90	110
2	25 m³ GÜlle, Herbst, ohne min. N	72,8	122	11,34	96	104
5	25 m³ GÜlle, Fröhj., ohne min. N	70,6	119	10,73	94	106
6	25 m³ GÜlle Herbst, 25 m³ Fröhj., ohne min. N	78,3	132	11,44	100	100
7	ohne GÜlle, 200 kg N	85,2	143	12,21	97	103
8	25 m³ GÜlle Herbst, 200 kg N	95,2	160	123,48	102	98
11	25 m³ GÜlle Fröhj., 200 kg N	92,5	155	13,74	99	101
12	25 m³ GÜlle Herbst, 25 m³ Fröhj. 200 kg min. N	102,1	172	14,93	102	98
	GD 5 %	5,20		0,80		

Literatur:

1. Waßhausen und Würtele, GÜlledüngung mit gesteigerten mineralischen Stickstoffgaben, Vorträge und Beiträge zur Jahrestagung 1980, Weihenstephan.
2. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, GÜlle 1982.
3. Kali und Salz AG, Kassel, GÜlle-Zahlen und Anmerkungen, 1983
4. Ruppert u.a., Daten und Informationen zum GÜlleinsatz in der Landwirtschaft, Bayr. Landw. Jahrbuch 8/85.
5. Ernst, Einfluss steigender GÜlledüngung auf Dauergrünland auf Ertrag und GÜlle-N-Wirkung, Vorträge Jahrestagung 1983, Braunschweig.
6. Mott und Ernst, Wirkt HerbstgÜlle genau so gut wie FröhjarsgÜlle ?, Top Agrar 4/84.

Technische Maßnahmen zur Güllebehandlung und ihre Auswirkungen auf das Dauergrünland

* M. Elsässer und H.-G. Kunz

1. Einleitung :

Der Forderung den Pflanzenbeständen des Grünlandes, die in der Tierhaltung anfallenden Nährstoffe, insbesondere den Stickstoff, mit geringstmöglichen Verlusten zur Verfügung zu stellen, stehen natürliche und verfahrensbedingte Eigenschaften der Wirtschaftsdünger entgegen. Nach BRÜNNER u. SCHÖLLHORN (1972), MERZ (1988) sowie KUNZ (1990) hängt der Effekt einer Gölledüngung nicht nur vom ausgebrachten Stickstoff ab, sondern ist u. a. im Zusammenwirken der Nährstoffe mit den physikalischen Eigenschaften (Fließverhalten) der Gülle begründet. Um die anfallende Gülle in eine düngewirksamere Form mit einer technologisch verbesserten Qualität zu bringen, stehen mechanische, biologische, thermische, chemische und elektrische Verfahren zur Verfügung.

Aus den zur Verfügung stehenden Verfahren wurden einige mechanische (Mischen und Separieren) und biologische (aerobe und anaerobe Fermentation) Verfahren der Güllebehandlung ausgewählt und hinsichtlich der längerfristigen Auswirkungen auf die Erträge, die botanische Zusammensetzung des Wiesenbestandes und den Nährstoffgehalt des Bodens verglichen. Der vorliegende Beitrag gibt eine Zwischenbilanz des 1987 begonnenen Versuches, der weiter fortgeführt werden wird.

2. Problemstellung

Der Auswahl der Versuchsvarianten lagen folgende Überlegungen zugrunde. Eine störungsfreie Entnahme und Förderung sowie eine gleichmäßige Verteilung der organischen Substanz und der in der Gülle enthaltenen Nährstoffe bei der Ausbringung wird durch ein gutes Durchmischen der Gülle gewährleistet (KORIATH et al., 1973). Damit ist das Mischen eine Grundvoraussetzung für ein ordentliches Ausbringen der Gülle. Das Mischen kann mit mechanischen, hydraulischen oder pneumatischen Rührgeräten erfolgen. Für ein störungsfreies Ausbringen der Gülle durch technisch anspruchsvolle Applikationsgeräte mit geringen Querschnitten bei den Ausflußöffnungen muß die Gülle fremdkörper-frei sein um eine gute Längs- und Querverteilung zu gewährleisten.

Bei der Gülle-Separierung fallen durch mechanische Abtrennung schüttfähige, festmistähnliche Grobbestandteile an. Diese "Festphase" kann frisch oder kompostiert wie Stallmist gedüngt oder verkauft werden. Die flüssigen Bestandteile sind ein ideales Substrat für verlustarme Ausbringung und können die Qualität und insbesondere im überbetrieblichen Einsatz die Schlagkraft bei der Ausbringung verbessern sowie die Ammoniakemissionen verringern (u. a. REXILIUS, 1990; GRONAUER, 1993).

* Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt Aulendorf, Fachbereich Grünlandwirtschaft und Futterbau, Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf

Mit der Güllebelüftung werden neben einer Verbesserung der technologischen Eigenschaften durch Abbau von Grob- und Schleimstoffen mehrere andere Ziele verfolgt. Zunächst erfolgt ein Abbau von Geruchsstoffen, desweiteren eine Verbesserung der Pflanzenverträglichkeit und unter Umständen eine "Entseuchung" der Gülle (MANNEBECK, 1974). Nach BESSON (1980) wurden in der Praxis folgende Wirkungen von belüfteter und methanvergorener Gülle auf Wiesen im Vergleich zu ausschließlich gelagerter Gülle beobachtet:

- bessere Pflanzenverträglichkeit, d. h. es sind weniger verätzte Pflanzenteile oder Pflanzen zu finden
- der Anteil der Leguminosen ist höher
- die Erträge sind größer
- die Bekömmlichkeit des Grünfutters (Weide und Stallfütterung) ist besser.

Versuche von ABELE (1978) haben die drei erstgenannten Wirkungen bestätigt. Mit der Belüftung geht aber eine Volumenreduktion und ein zum Teil erheblicher Stickstoffabbau einher. Je nach Art des Verfahrens, dem jeweiligen pH-Wert, der Verfahrenstemperatur und der Belüftungsdauer können die Verluste an Ammoniumstickstoff erheblich sein (10 bis nahezu 100 % bei Heißbehandlung) (OECHSNER, 1991; RÜCKERT, 1991).

In einer **Biogasanlage** erfolgt durch anaerobe Fermentation ein Biomasseabbau, der sich u.a. in der Verringerung des Trockensubstanzgehaltes äußert. Organische Substanzen werden "zerkleinert". Als Endprodukte entstehen technisch verwertbares Biogas und Faulschlamm. Dem Biogas-Faulschlamm werden bessere Düngeeigenschaften als der Frischgülle zugeschrieben. Durch den Abbau der Kohlenstoff-Verbindungen und die Verwertung der organischen Säuren zur Methanbildung kommt es zu einem für die Düngung günstigeren C:N-Verhältnis. Eine pH-Reduktion im Boden und damit verbundene Freisetzung von Nährstoffen und Schwermetallen wird dadurch vermindert. Die humusbildende Wirkung des Düngers bleibt weitgehend erhalten, da Humusbildner wie lignininkrustierte Zellulose während der Methangärung kaum abgebaut werden (BRAUN, 1982). Durch den Fermentationsprozeß verbessern sich die technologischen Eigenschaften des Substrates. Es ist leichter homogenisierbar, fließ- und pumpfähig. Damit ist auch eine störungsfreiere Handhabung der verlustarmen, aber in der Regel auch technisch anspruchsvollen Ausbringtonen möglich. Der höhere Anteil des Ammoniumstickstoffes am Gesamtstickstoff rückt den Faulschlamm bezüglich der Düngewirkung noch mehr in Richtung Mineraldünger (u.a. MERZ, 1988) Der Aschegehalt und damit der Gehalt an Phosphat und Kali werden durch den Faulprozeß nicht verändert (BAADER et al., 1978).

3. Material und Methoden:

3.1 Versuchsanlage:

Die Versuchsanlage erfolgte 1987 auf einem Dauergrünlandbestand der Lehr- u. Versuchsanstalt Aulendorf bei ca. 600 m ü. NN mit einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von 7.4 °C und einer mittleren Jahres-Niederschlagssumme von 870 mm.

Bodentyp: Tief entwickelte Grund- (Hang-)wasserbeeinflusste und schwach pseudovergleyte, kalkhaltige Braunerde.

Bodenart: Kiesiger, kalkhaltiger, sandiger Lehm.

Die Anlage erfolgte zum einen als Blockanlage mit drei Wiederholungen bei einer Ernte- und Düngefläche von 25 m² (Kleinparzellen) und zum anderen ab 1988 zum Vergleich noch in Langparzellen (384 m²) mit zwei echten Wiederholungen und insgesamt pro Variante 4 Erntequadraten (15 m²). Die Kleinparzellen werden mit Versuchsgeräten, die Langparzellen mit praxistüblicher Mechanisierung bewirtschaftet. Die Düngung wurde in 4 Gaben pro Jahr verabreicht. Im folgenden werden ausschließlich die Ergebnisse des Kleinparzellenversuches berichtet.

Die zur Düngung verwendete Gülle wird mittels Laboranalyse auf pH-Wert, Trockensubstanz (TS), Rohasche, Gesamtstickstoff (N_{ges.}), Ammoniumstickstoff (NH₄-N), Phosphor (P₂O₅), Kalium (K₂O), Calcium (CaO) und Magnesium (MgO) untersucht.

Die Flächen werden jährlich 4 x genutzt und erhalten vor jeder Nutzung eine Düngung. Bei den Flüssigmist-Varianten zu jeder Nutzung (4 x pro Jahr) 25 m³/ha. Bei den Varianten 9 und 10 wurden bis einschließlich 1991 640 und ab 1992 320 dt/ha im Jahr verteilt auf 4 bzw. 2 Gaben von 160 dt/ha breitflächig ausgebracht. Die Änderung der ausgebrachten Menge wurde infolge einer starken Feststoffanhäufung im Stoppelbereich der Grasnarbe unumgänglich.

Folgende Versuchsvarianten wurden untersucht (Tabelle 1):

Tabelle 1:

Var.-Nr.	Art der Düngung - Behandlung
1	ohne Düngung
2	P K mineralisch
3	N P K mineralisch; Nährstoffmenge in etwa wie Var. 4
4	Gülle gerührt
5	Gülle belüftet
6	Gülle separiert - Flüssigphase
7	Gülle ausgefault - Biogas-Faulschlamm
8	Gülle ausgefault u. separiert - Flüssigphase
9	Gülle separiert - Festphase
10	Gülle separiert - Festphase kompostiert

Die mittleren Inhaltsstoffgehalte der verwendeten Güllen sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Mittlere Inhaltsstoffgehalte der Gülle (in % der Frischsubstanz)

Variante	pH-Wert	Trock.-subst.	N-ges.	NH ₄ -N	Asche i. d. TM	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Gülle gerührt	7,4	5,26	0,246	0,142	24,57	0,108	0,370	0,051
Gülle belüftet	7,5	6,00	0,261	0,145	23,68	0,127	0,387	0,055
Gülle separiert-Flüssigphase	7,6	3,38	0,233	0,139	32,95	0,079	0,385	0,034
Gü. ausgefault-Biogas Faulschl.	7,6	3,91	0,234	0,146	31,51	0,100	0,361	0,046
Gü. ausgefault u. sep. - Flüssigph.	7,8	2,88	0,229	0,142	35,61	0,072	0,377	0,031
Gülle separiert - Festphase	8,5	20,23	0,341	0,132	16,06	0,313	0,331	0,153
Gülle separiert - Festph. kompost.	7,4	23,44	0,617	0,048	35,30	0,623	0,522	0,351

Je nach Variante wurden demnach folgende Nährstoffmengen verabreicht (Tabelle 3).

Tabelle 3: Mittlere jährliche Düngemengen (kg/ha)

Var-Nr.	Düngung - Behandlung	N-ges.	NH ₄ -N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
1	ungedüngt	-	-	-	-	-
2	P K mineralisch	-	-	100	400	-
3	N P K mineralisch;	215	(215)	100	400	-
4	Gülle gerührt	246	142	108	370	51
5	Gülle belüftet	261	145	127	387	55
6	Gülle separiert-Flüssigphase	233	139	79	385	34
7	Gülle ausgefault-Biogas Faulschl.	234	146	100	361	46
8	Gü. ausgefault u. sep. - Flüssigph.	229	142	72	377	31
9	Gülle separiert - Festphase	182	70	167	176	82
10	Gülle separiert - Festphase kompost.	329	26	332	278	187

Die botanische Zusammensetzung des Bestandes wurde zu Beginn und dann jeweils jedes zweite Jahr durch die Ertragsanteilschätzung nach KLAPP (1949) erfaßt. Zusätzlich erfolgt zu jedem Aufwuchs eine Schätzung des Klee - Gras - Krautanteiles nach VOIGTLÄNDER und VOSS (1979).

Jährlich werden Bodenproben der einzelnen Versuchsvarianten (Mischproben über die Wiederholungen) gezogen und auf die Gehalte an pflanzenverfügbarem Phosphor, Kalium, Magnesium untersucht und der pH-Wert ermittelt.

3.2 Technische Behandlung der Gülle

Die Gülle wurde wie folgt technisch behandelt:

3.2.1 Mechanische Gülleaufbereitung:

* Mischen mit Propeller-Rührwerk : Tauchpropeller-Rührwerk; Flygt, Typ 4450, 4.5 KW

* Separationsanlage: Mobiler DECANTER MNX 410

3.2.2 Biologische Gülleaufbereitung:

* Belüftung (Aerobe Fermentation): Mikroporöse Schläuche. Belüftung im Versuchsbehälter mit 2 m³ Rauminhalt

* Biogas (Anaerobe Fermentation): Kontinuierlicher Betrieb im mesophilen Temperaturbereich; Fermenter stehend, 250 m³; Verweildauer der Gülle < 18 Tage

4. Ergebnisse und Diskussion:

4.1 Botanische Zusammensetzung des Bestandes im ersten Aufwuchs

Die Auswirkung der unterschiedlichen Düngung auf die Pflanzenbestände ist in Tabelle 4 beschrieben.

Die versuchsmäßige Bewirtschaftung veränderte die botanische Zusammensetzung des Pflanzenbestandes. Bei allen Varianten wurden die Ertragsanteile der Kräuter erhöht und die der Gräser verringert. Das bestätigen andere von ELSÄSSER u. KUNZ (1992) berichtete Ergebnisse. Die Leguminosenanteile stiegen bei den ungedüngten und

bei den PK gedüngten Parzellen an. Das deckt sich mit vielen Beobachtungen nach denen PK-Düngung bei häufiger Nutzung die

Tabelle 4: Veränderung der botanischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes (1. Aufwuchs 1993)

Düngung - Behandlung	Gras % EA	Leguminosen % EA	Kraut % EA
Ausgangsbestand (1987)	89	1	10
1. Aufwuchs 1993:			
ohne Düngung	51	17	32
P K - mineralisch	58	20	22
N P K - mineralisch	76	1	23
Gülle gerührt	63	8	29
Gülle belüftet	56	9	35
Gülle separiert - Flüssigphase	55	6	39
Gülle ausgefault - Biogas Faulschl.	62	10	28
Gü. ausgefault u- sep. - Flüssigph.	61	9	30
Gülle separiert - Festphase	60	8	32
Gülle separiert - Festphase komp.	63	9	28

Leguminosen förderte. Auch zwischen den einzelnen Güllevarianten bestanden charakteristische Unterschiede. Biogas-Faulschlamm wies mit 10 % Ertragsanteil den nächsthöchsten Leguminosenanteil und einen ähnlich geringen Krautanteil wie die kompostierte Festphase der separierten Gülle auf. Die geringsten Gräseranteile hatten die Varianten - Gülle belüftet und die Flüssigphase der separierten Gülle.

4.2 Trockenmasseerträge

Die mittleren Trockenmasseerträge des Kleinparzellenversuches sind in Tabelle 5 zusammengefaßt.

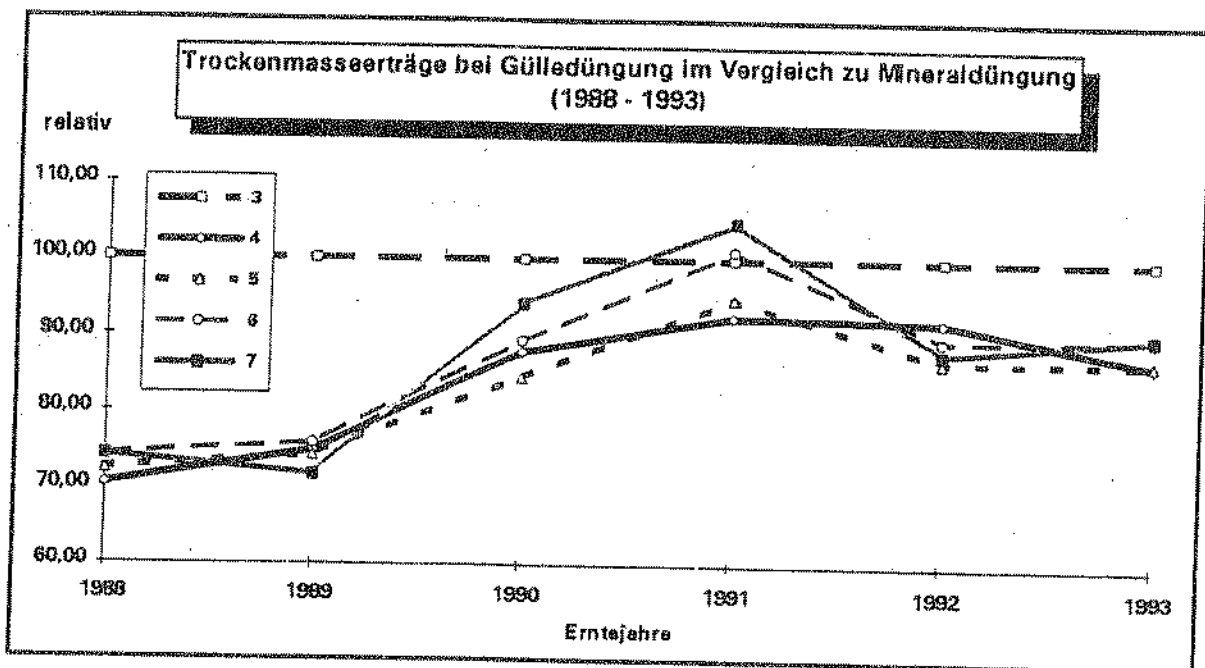
Tabelle 5: Trockenmasseerträge in dt/ha (1988-1993)

Var.-Nr.	Düngung - Behandlung	Trockenmasse dt/ha	LSD(p = 0.05) 8,5
1	ohne Düngung	112,2	D
2	P K - mineralisch	117,7	C, B, D
3	N P K - mineralisch	136,4	A
4	Gülle gerührt	113,8	C, D
5	Gülle belüftet	112,9	C, D
6	Gülle separiert-Flüssigphase	117,3	C, B, D
7	Gülle ausgefault-Biogas Faulschl.	117,8	C, B, D
8	Gü. ausgefault u.sep. - Flüssigph.	125,7	B
9	Gülle separiert-Festphase	115,2	C, D
10	Gü. separiert-Festphase kompost.	120,7	C, B
	Versuchsmittel 88/93	119,0	

Es zeigte sich, daß die mineralische Düngung allen anderen geprüften Varianten signifikant überlegen war. Eine gute Ertragswirkung wies auch noch die Flüssigphase des separierten Faulschlammes auf. Die Effizienz der Gülledüngung steigerte sich im Verlauf der Jahre, was in Abbildung 1 exemplarisch für die Varianten 4 bis 7

dargestellt ist. Dies ist zum einen auf die Nachwirkung organisch gebundenen Reststickstoffes zurückzuführen, der erst allmählich mineralisiert wird. Andererseits haben sich die Mikroorganismen im Boden vermutlich an das Substrat Gülle adaptiert, wodurch eine schnellere Mineralisation ermöglicht wird (MERZ, 1988). Im Mittel lagen die Mineraldüngergleichwerte zwischen 80 und 90 Prozent. Solche Ergebnisse werden bereits von KUNZ u. SCHÖLLHORN (1985), ELSÄSSER u. KUNZ (1992) berichtet. SCHECHTNER (1992) fordert die Berücksichtigung der Nachwirkung der Wirtschaftsdünger und erwähnt für Rindergülle eine durchschnittliche Wirksamkeit von 75 Prozent. Der Einfluß der Belüftung auf den Düngereffekt der Gülle war eher negativ. Bereits VETTER (et al., 1987) wiesen auf meist negative Effekte aus verschiedenen Versuchen hin. Gemäß den gleichen Autoren hat die Flüssigphase einer separierten Gülle (bei gleicher insgesamt ausgebrachter Nährstoffmenge) einen besseren Düngereffekt als die nicht separierte Gülle. Dieses Ergebnis konnte mit den vorliegenden Versuchsdaten bestätigt werden. Darüberhinaus ist nach MOTT (1973) die ausgefaulte Gülle aufgrund des hohen Ammoniumanteils schnell wirksam.

Abbildung 1: Zunahme der Effizienz der Gülledüngung im Verlauf der Jahre



4.3 Mittlere Rohproteinträge (1988 - 1993)

Die Ergebnisse der Rohproteinträge sind in Tabelle 6 aufgelistet.

Den höchsten Rohproteintrag erreichte die Variante 3 -mineralische Düngung-. Der nächsthöhere Ertrag wurde wohl infolge des hohen Kleanteils bei der P,K-Variante erzielt. Zwischen allen Güllevarianten ergaben sich keine gesicherten Unterschiede.

Tabelle 6: Rohproteinträge in dt/ha (1988 - 1993)

Var.-Nr.	Düngung - Behandlung	Rohprotein dt/ha	LSD(p=0,05)
1	ohne Düngung	16,5	1,4
2	P K - mineralisch	18,1	B,C
3	N P K - mineralisch	19,9	A,B
4	Gülle gerührt	16,4	A
5	Gülle belüftet	15,8	B,C
6	Gülle separiert-Flüssigphase	16,6	C
7	Gülle ausgefault-Biogas Faulschl.	16,4	B,C
8	Gü. ausgefault u. sep. - Flüssigph.	17,8	B,C
9	Gülle separiert-Festphase	16,9	A,B,C
10	Gü. separiert-Festphase kompost.	17,6	B,C
⌀	Versuchsmittel 88/93	17,2	

4.4 Mittlere Mineralstoffentzüge

Mit Tabelle 7 sind die mittleren Entzüge an Mineralstoffen aufgezeigt, dabei zeigte sich, daß die mineralisch gedüngten Varianten die höchsten Entzüge an Kalium aufwiesen. Alle Güllevarianten lagen deutlich darunter, ebenso die ungedüngte Variante.

Tabelle 7: Mittlere Nährstoffentzüge (1988 - 1993)

Var.-Nr.	Düngung - Behandlung	Phosphor kg/ha	Kalium kg/ha	Calcium kg/ha	Magnesium kg/ha
1	ohne Düngung	48,9	298	115	26,3
2	P K - mineralisch	51,9	402	110	26,8
3	N P K - mineralisch	56,8	457	91	26,6
4	Gülle gerührt	50,1	373	102	24,4
5	Gülle belüftet	49,7	363	93	25,1
6	Gülle separiert-Flüssigphase	51,9	394	104	25,0
7	Gülle ausgefault-Biogas Faulschl.	50,5	360	99	25,0
8	Gü. ausgefault u. sep. - Flüssigph.	52,9	392	106	25,1
9	Gülle separiert-Festphase	51,9	346	100	26,6
10	Gü. separiert-Festphase kompost.	57,0	378	98	29,2
	Versuchsmittel 88/93	52,1	376	102	26,0
	LSD (= 0,05)	3,6	29,2	9,2	2,1

4.5 Nährstoffgehalte im Boden

Die Bodennährstoffgehalte veränderten sich im Verlauf der Versuchszeit in charakteristischer Weise. Die Ergebnisse im einzelnen sind in Tabelle 8 aufgelistet.

In der ungedüngten Variante nahmen die Kaligehalte drastisch ab. Die Phosphatgehalte blieben in derselben Variante nahezu erhalten. Starke Steigerungen des Phosphatgehaltes waren in den Varianten "Gülle belüftet", "Biogas Faulschlamm" sowie den beiden Festphasevarianten der separierten Gülle zu verzeichnen. Bei den beiden letzteren wurden gleichermaßen die Magnesiumgehalte im Boden erhöht. Infolge der Separierung wurden die Gülle kaliumärmer was sich in der Folge auf die Kaligehalte im Boden negativ auswirkte. Mit allen anderen Güllevarianten konnten die Kaligehalte in etwa auf dem Ausgangsniveau gehalten werden.

Tabelle 8: Veränderungen der Bodennährstoffgehalte

Var.-Nr.	Düngung - Behandlung	pH-Wert	Phosphor mg/100 g Boden	Kalium mg/100 g Boden	Magnesium mg/100 g Boden
	Ausgangs-Untersuchung 1986	6.4	23	45	16
	Letzte Untersuchung im Herbst 1993				
1	ohne Düngung	5.9	21	11	14
2	P K - mineralisch	5.5	18	55	18
3	N P K - mineralisch	5.4	20	49	18
4	Gülle gerührt	6.0	27	45	18
5	Gülle belüftet	6.1	35	51	18
6	Gülle separiert-Flüssigphase	5.8	21	36	14
7	Gülle ausgefault-Biogas Faulschl.	6.3	36	40	19
8	Gül. ausgefault u.sep. - Flüssigph.	5.9	19	31	14
9	Gülle separiert-Festphase	6.0	39	24	26
10	Gül. separiert-Festphase kompost.	6.1	53	31	40

4. Schlußfolgerungen

Die vorliegenden Versuchsergebnisse weisen daraufhin, daß die Wirkungen technischer Methoden zur Güllebehandlung maßgeblich vom Zustand der zu behandelnden Gülle abhängen. Wenn die Gülle, wie die im Versuch verwendete, bereits vorher relativ dünn (mittlerer TS-Gehalt der Ausgangsgülle 5.3 %) und gut fließfähig ist, dann hat die Aufbereitung eine geringere Wirkung auf die technologischen Eigenschaften und damit auch auf die Düngewirksamkeit der Gülle. Nach BESSON (et al., 1987) hat die Art und die Menge der angewandten Güllen stets einen größeren Effekt als die Art der Aufbereitung. Das bestätigen indirekt KORIATH (et al., 1973). Den Autoren zufolge zeigt Gülle mit einem TS-Gehalt von über 8 % ein eher "quasiplastisches Verhalten". Sie reagiert zäher, läuft schlechter an dem Pflanzenbewuchs ab und trocknet somit eher als "Güllefilm" an der Oberfläche an. Dünnere Gülle (< 8% TS) läuft besser ab, dringt besser und schneller und damit mit geringeren N-Verlusten in den Boden ein.

Es erwies sich erneut als äußerst wichtig für die Durchführung eines Gülleversuches, daß der Grundstoff Gülle einigermaßen konstant zu sein hat. Diese Forderung läßt sich unter Praxisbedingungen im Jahresverlauf und im Vergleich mehrere Jahre hinweg nur sehr schwierig aufrechterhalten.

Die Überprüfung der in Kleinparzellen gewonnenen Ergebnisse über praxisgerecht bewirtschaftete Langparzellen scheint dann notwendig zu sein, wenn die Gefahr besteht, daß eine Übertragbarkeit der Ergebnisse aus Kleinparzellen in die Praxis nicht mehr gewährleistet ist. Das ist in aller Regel dann der Fall, wenn in der Praxis häufiges Befahren notwendig wäre und die versuchsmäßige Bewirtschaftung gerade diesen Aspekt nicht oder zu wenig berücksichtigt.

6. Zusammenfassung:

Auf einem viermal genutzten Grünland in Oberschwaben wurde in versuchsmäßig bewirtschafteten Kleinparzellen (25 m²) die Auswirkungen unterschiedlicher technischer Verfahren der Güllebehandlung auf den Pflanzenbestand, die Erträge sowie auf die Bodennährstoffgehalte ermittelt. Folgende Verfahren wurden in den Versuch einbezogen: Biogasgülle, Separierung, Belüftung und Rühren mit Tauchschneidpumpe.

Zwischen den unterschiedlichen Verfahren der Güllebehandlung bestanden nur geringe Auswirkungen hinsichtlich der botanischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes. Die Auswirkungen auf die Trockenmasseerträge waren gleichfalls gering. Die Effizienz der Gölledüngung im Vergleich zur mineralischen Düngung konnte im Verlauf der Versuchsperiode gesteigert werden. Sie stieg bei allen Varianten an, allerdings auf unterschiedlichem Niveau. Durch Separierung wurde die Effizienz der Gülle hinsichtlich der Ertragswirkung verbessert.

Die Kaliumversorgung der Pflanzenbestände war durch die Düngung mit Gülle ausreichend gewährleistet, allerdings nahmen die Gehalte im Boden bei den Varianten mit separierter Gülle stark ab.

Literatur:

- ABELE, U., 1978: Ertragssteigerungen durch Flüssigmist. KTBL-Schrift 224, Darmstadt.
- BAADER, W., DOHNE, E. und M.BRENNDÖRFER, 1978: Biogas in Theorie und Praxis.- KTBL-Schrift 229, Landwirtschaftsverlag GmbH, Hiltrup/Münster.
- BESSON, J.-M., 1980: Behandlung von Jauche und Gülle. Kongreßbericht 1980 - GRÜNES FORUM - Alpbach (Schweiz).
- BESSON, J.-M., LEHMANN, V., SODER, M., PEGALLIER, J. and L. RAVENEL, 1987: Utilization of stored, aerated or anaerobically digested dairy cattle and pig slurries on sown grassland. in: Van der MEER, UNWIN, Van DIJK and ENNIK (eds.): Animal manure on grassland and fodder crops. Fertilizer or waste? Proc. EGF-Symp., Wageningen, 279-281.
- BRAUN, R., 1982: Biogas - Methangärung organischer Abfallstoffe. Springer Verlag Wien New York
- BRÜNNER, F., SCHÖLLHORN, J. 1972: Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden. Tierzuchtbücherei - Verlag Eugen Ulmer Stuttgart
- ELSÄSSER, M. und KUNZ, H.-G., 1992: Technische Behandlung von Rindergülle und ihre Einflüsse auf Grünland bei variierter Ausbringung. Jahrestagung AG Grünland und Futterbau, Hohenheim
- GRONAUER, A., 1993: Einflußfaktoren auf die Ammoniakfreisetzung aus Flüssigmist als Grundlage verfahrenstechnischer Verbesserungen. Dissertation, T U München Weihenstephan.
- KLAPP, E., 1949: Landwirtschaftliche Anwendung der Pflanzensoziologie. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- KORIATH, H., SPECHT, G., WEDEKIND, P., BOLKE, M. und I.SCHMERLER, 1973: Die Beschaffenheit, Aufbereitung und Ausbringung der Gülle sowie ihr Einsatz in der Pflanzenproduktion. - in: KURZWEG, W. und K. WINKLER: Probleme der Güllewirtschaft. - Angewandte Tierhygiene, Heft 1, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- KUNZ, H.-G., SCHÖLLHORN, J. 1985: Gülle auf Altnarbe und Neuansaat - Versuche mit und ohne Zusatzstoffe. DLG-Mitteilungen 7/1985, S. 377-379.
- KUNZ H.-G. , 1990: Sachgerechte Güllebehandlung - Homogenisieren durch Rühren. Informationen Nr. 15 - LVVG Aulendorf.
- MANNEBECK, H., 1974: Geruchsemissionen und Flüssigmistbehandlung. Vorträge zur Hochschultagung des Agrarwissenschaftlichen Fachbereiches der Christian-Albrecht-Universität zu Kiel.
- MERZ, U., 1988: Untersuchungen zur Wirkung von unbehandelter und methanvergorener Rindergülle auf den N-Umsatz unter *Dactylis glomerata* sowie auf das Keimverhalten verschiedener Pflanzenarten. Dissertation, Hohenheim.
- MOTT, N., 1973: Düngung mit Flüssigmist von Rindern auf Grünland. in: VETTER, H: Mist und Gülle. DLG-Verlag, Frankfurt/M., 49-61.
- OECHSNER, H., 1991: Verfahrenstechnische Untersuchungen zur Entseuchung von Flüssigmist durch aerob-thermophile Stabilisierung. Dissertation, Hohenheim.

- REXILIUS, R., 1990: Verfahrenstechnische Untersuchungen zur Feststoffabtrennung aus Flüssigmist und zur Feststoffkompostierung. Dissertation, Hohenheim.
- RÜCKERT, V., 1991: Mikrobiologische Untersuchungen zur aeroben und anaeroben Flüssigmistbehandlung. Dissertation, Hohenheim.
- SCHECHTNER, G., 1992: Pflanzenbauliche Bewertung des Wirtschaftsdüngerstickstoffs. Der Förderungsdienst, 3, 13-21.
- VETTER, H., STEFFENS, G. und SCHRÖPEL, R., 1987: The influence of different processing methods for slurry upon fertilizer value on grassland. in: Van der MEER, UNWIN, Van DIJK and ENNIK (eds.): Animal manure on grassland and fodder crops. Fertilizer or waste? Proc. EGF-Symp., Wageningen, 73-86.
- VOIGTLÄNDER, G. und N. VOSS, 1979: Methoden der Grünlanduntersuchung und -bewertung. Ulmer Verlag Stuttgart.

Zur Wirkung von DCD-haltigem N-Dünger auf Ertrag und Qualitätskriterien einer Weidelgrasnarbe

J. Jasper^{*}

1 Einleitung

Der Nitrifikationshemmstoff Dicyandiamid (= DCD) findet seit den 70er Jahren als Additiv zu organischen Düngemitteln, insbesondere zu Gülle, und in Kombinationsprodukten als Zusatz zu mineralischen N-Düngern auf Harnstoff- und Ammoniumbasis bei der Düngung landwirtschaftlicher Kulturen Verwendung. Zahlreiche Untersuchungen, u.a. von GUTSER und AMBERGER (1985), SCHEFFER et al. (1987) und ZERULLA und KNITTEL (1991a,b), belegen, daß der Einsatz von DCD bzw. DCD-haltigen N-Düngern insbesondere bei Gülleausbringung im Herbst und bei Kulturen mit langsamer Jugendentwicklung (Mais, Kartoffeln, Zuckerrüben) zu erhöhter N-Ausnutzung mit Mehrerträgen und geringeren Reststickstoffmengen nach der Ernte führen kann. Bei Kartoffeln und Zuckerrüben wird zudem von höheren Stärkegehalten bzw. Zuckerausbeuten berichtet. Die auftretenden Effekte sind vornehmlich auf die Minderung von N-Verlusten durch Auswaschung und Denitrifikation zurückzuführen und zeigen sich daher vor allem auf leichten Standorten und in Jahren mit hohen Niederschlägen im Winter und Frühjahr. Im Getreidebau lassen insbesondere arbeitswirtschaftliche Vorteile die Anwendung von DCD-haltigen N-Düngern interessant erscheinen. Nach Angaben von SOLANSKY (1984) und SPIELHAUS (1989) ist es durch Zusammenlegung einzelner Teilgaben möglich, zu vereinfachten Düngungssystemen zu kommen, ohne daß signifikante Mindererträge im Vergleich zu geteilten KAS-Gaben auftreten. Zur Wirkung von DCD-haltigen N-Düngern auf Grünland liegen demgegenüber vergleichsweise wenig Untersuchungen vor. Versuche mit stabilisierten N-Düngern zu *Lolium perenne*-Ansaaten (POLETSCHNY und SOMMER 1977) und auf *Poa pratensis*-Rasen (MOSDELL et al. 1986) ergaben in Hinsicht auf Ertrag und N-Entzug nur geringe Effekte und eher eine Unterlegenheit gegenüber zu den einzelnen Nutzungen applizierten N-Düngern ohne DCD-Zusatz. Der Einfluß stabilisierter N-Dünger auf die den Futterwert und die Gäreigenschaften des Grünlandaufwuchses bestimmenden Inhaltsstoffe wurde, soweit ersichtlich, bisher nicht untersucht.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, die Wirkung eines DCD-haltigen N-Düngers auf Ertrag, N-Aufnahme, Futterqualität und Gäreigenschaften einer Weidelgrasnarbe zu prüfen.

2 Material und Methoden

Zur Klärung der Versuchsfragen wurde ein Feldversuch mit *Lolium multiflorum* ssp. *italicum* mit den in Tabelle 1 angegebenen Faktoren und Stufen als lateinisches Rechteck mit vier Wiederholungen angelegt. Die Aussaat erfolgte am 28. April 1987 auf einer Pseudogley-Parabraunerde mit einem pH-Wert von 6,1 und mittlerer bis guter Versorgung mit Grundnährstoffen. *Lolium multiflorum* wurde als Gemisch dreier Sorten verschiedener Reifegruppen (MERITRA, LEMTAL, TURILO) mit einer Saatstärke von 42 kg/ha (14 kg/ha je Sorte) angebaut. Infolge von Auswinterungserscheinungen mußte im Frühjahr 1989 eine Nachsaat durchgeführt werden, die am 14.

^{*} Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II - Grünlandwirtschaft und Futterbau, Ludwigstr. 23, 35390 Gießen

März mit der ursprünglichen Ansaatmischung, ergänzt durch 10 kg/ha *Lolium multiflorum ssp. gaudini* (Sorte LIRASAND) erfolgte.

Tabelle 1: Versuchsvarianten

FAKTOREN	STUFEN
1. N-Dünger	1.1 Kalkammonsalpeter (27 % N) (= KAS) 1.2 ALZON 27 (27,8 % N) (= ALZ)
2. N-Aufwand	2.1 200 kg N · ha ⁻¹ · a ⁻¹ 2.2 400 kg N · ha ⁻¹ · a ⁻¹
3. N-Verteilung	3.1 zwei Teilgaben (zum 1. u. 3. Aufwuchs) 3.2 vier Teilgaben (zu jedem Aufwuchs)

Der verwendete Dünger ALZON 27 ist ein DCD-haltiger N-Dünger auf der Basis von Ammonsulfatsalpeter. Der N-Gehalt beträgt 27,8 % - 18,5 % als NH₄-N, 6,6 % als NO₃-N und 2,7 % als Dicyandiamid-N.

Im Ansaatjahr wurden bei halbiertem Jahres-N-Menge, die in ein bzw. zwei Teilgaben appliziert wurde, noch drei Nutzungen durchgeführt. In drei Hauptnutzungsjahren erfolgten jeweils vier Schnitte. Sowohl im Ansaatjahr, als auch in den Hauptnutzungsjahren wurden die in Tabelle 2 dargestellten Zielgrößen untersucht.

Tabelle 2: Zielgrößen der Untersuchung und verwendete Methoden

ZIELGRÖSSEN	METHODEN
TS-Ertrag Energieertrag N-Entzug	
Futterqualität - Rohproteingehalt - Energiedichte - Rohprotein-Energie-Quotient - Rohfasergehalt	KJELDAHL (NAUMANN et al. 1983) HFT, 16e (MENKE und STEINGASS 1987) NAUMANN et al. 1983
Gareigenschaften - Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten (wLK) - Pufferkapazität (Pk) - Z/Pk-Quotient	Anthron-Methode (YEMM und WILLIS 1954) WEISSBACH 1967

3 Ergebnisse

3.1 TS-Erträge

Die Ergebnisse werden anhand des dritten Hauptnutzungsjahres dargestellt. Sie sind in Hinsicht auf den Vergleich von KAS- und ALZON-Düngung verallgemeinerungsfähig, da keine Wechselwirkungen mit dem Nutzungsjahr auftreten. Im Mittel der Versuchsvarianten führt ALZON-Düngung im 1. und 4. Aufwuchs sowie im Jahresertrag zu einer gesicherten

Minderung der TS-Erträge.

Innerhalb einer N-Aufwands- und N-Verteilungsstufe unterscheiden sich die Gesamt-TS-Erträge der beiden N-Dünger hingegen nicht signifikant (Abbildung 1).

Die Höhe des N-Aufwandes und die N-Verteilung haben keinen Einfluß auf die Reaktion des TS-Ertrages auf die N-Dünger.

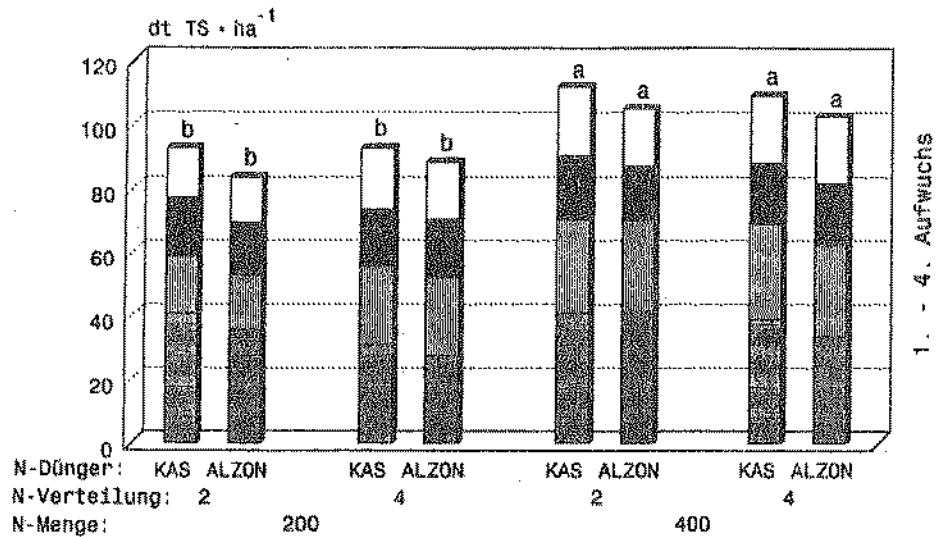


Abb. 1: TS-Erträge in Abhängigkeit von N-Dünger, N-Menge und N-Verteilung; 3. Hauptnutzungsjahr

3.2 N-Entzug

Für den Gesamt-N-Entzug sind vornehmlich die applizierten N-Mengen maßgebend (Abbildung 2).

Die N-Verteilung bestimmt die auf die einzelnen Aufwüchse entfallenen Anteile des N-Entzugs. Ein signifikanter Einfluß der N-Verteilung

auf den Gesamtentzug tritt nur in der hochgedüngten

KAS-Variante auf, wo sich eine gesicherte Überlegen-

heit zweimaliger gegenüber viermaliger Ausbringung zeigt. Vier Teilgaben führen im Vergleich zu zwei Teilgaben stets zu einer signifikanten Verminderung der N-Entzüge des ersten Aufwuchses und zu signifikanter Erhöhung

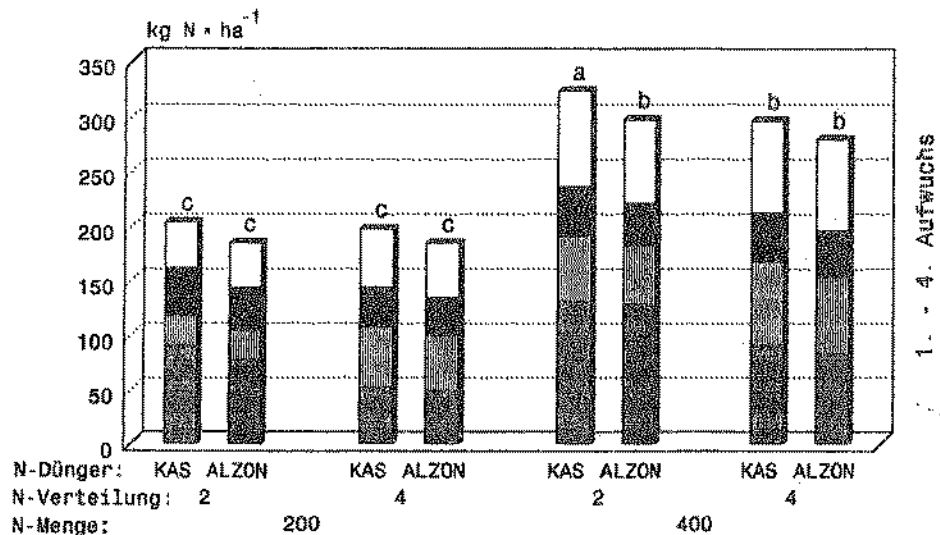


Abb. 2: N-Entzüge in Abhängigkeit von N-Dünger, N-Menge und N-Verteilung; 3. Hauptnutzungsjahr

der N-Entzüge im zweiten Aufwuchs. Eine Differenzierung zwischen den beiden N-Düngern tritt nicht auf. Eine stärkere Betonung des N-Entzuges im zweiten Aufwuchs, wie sie, eine im Vergleich zu KAS langsamere N-Wirkung unterstellt, bei Düngung mit ALZON in zwei Teilgaben erwartet werden könnte, ist in keinem Fall feststellbar. Der bei Düngung von $400 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ in zwei Teilgaben gegenüber ALZON signifikant erhöhte N-Entzug der KAS-Variante resultiert zudem nicht etwa aus Mehrentzügen des hochgedüngten ersten Aufwuchses, sondern aus Mehrentzügen des dritten und der ungedüngten zweiten und vierten Aufwüchse. Es läßt sich somit feststellen, daß in Hinsicht auf die N-Versorgung der Weidelgrasbestände im Verlauf der Vegetationszeit offenbar keine grundsätzlichen Unterschiede zwischen den verwendeten Düngern KAS und ALZON bestehen.

3.3 Energiedichte

Als wichtiges, den Futterwert des Pflanzenmaterials bestimmendes Merkmal sind in Abbildung 3 die Energiedichten für den ersten und zweiten Aufwuchs des dritten Hauptnutzungsjahres dargestellt. Während die Höhe der N-Düngung und deren Aufteilung die Energiedichte in beiden Aufwüchsen signifikant beeinflussen - ein höheres N-Angebot führt zu verminderten Energiedichten -, üben die N-Dünger keine gesicherte Wirkung auf die Energiedichten aus; dies gilt auch für die hier nicht dargestellten Folgeaufwüchse.

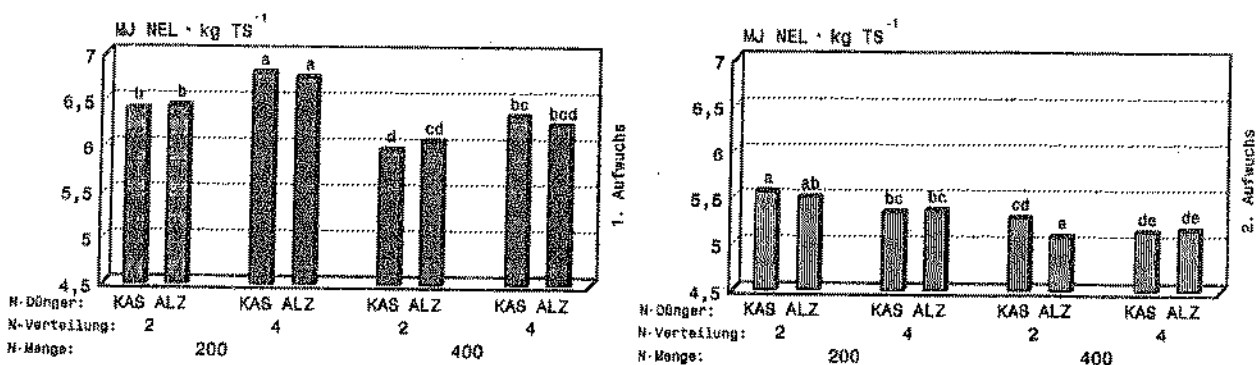


Abb. 3: Energiedichte in Abhängigkeit von N-Dünger, N-Menge und N-Verteilung; 3. Hauptnutzungsjahr

3.4 Z/Pk-Quotient

Ein aussagekräftiges Kriterium zur Beschreibung der Gäreigenschaften des Aufwuchses stellt das Verhältnis von wasserlöslichen Kohlenhydraten zur Pufferkapazität (Z/Pk-Quotient) dar, da die rasche Absenkung des pH-Wertes durch die Milchsäuregärung sowohl ausreichende Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten als auch möglichst geringe Pufferkapazitäten des Pflanzenmaterials voraussetzt. Während die wK-Gehalte keinerlei Reaktion auf den N-Dünger zeigen, wird die Pufferkapazität des Pflanzenmaterials in der Mehrzahl der untersuchten Aufwüchse durch ALZON-Düngung signifikant reduziert. Auf die in Abbildung 4 dargestellten Z/Pk-Quotienten bleibt dies jedoch in der Regel ohne gesicherten Einfluß. Zwischen den N-Düngern auftretende Unterschiede im Z/Pk-Quotienten sind, bei insgesamt hohen, eine gute Gärfähigkeit des Pflanzenmaterials kennzeichnenden Werten, für den Gärverlauf ohne nachhaltige Relevanz.

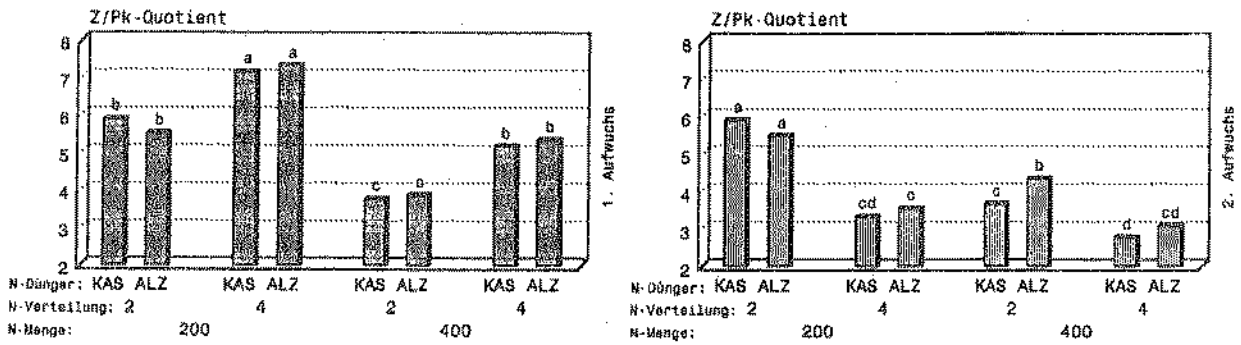


Abb. 4: Z/Pk-Quotienten in Abhängigkeit von N-Dünger, N-Menge und N-Verteilung; 3. Hauptnutzungsjahr

4 Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, daß sich Kalkammonsalpeter und mit Dicyandiamid stabilisierte N-Dünger bei der Düngung einer Weidelgrasnarbe weder in Hinsicht auf Ertragsbildung und N-Aufnahme, noch in bezug auf den Gehalt des Pflanzenmaterials an den Futterwert und die Gärfähigkeit bestimmenden Inhaltsstoffen grundsätzlich unterscheiden. Die Höhe des N-Aufwandes und dessen Aufteilung in 2 bzw. 4 Gaben haben keinen Einfluß auf die Wirkung der N-Dünger. Eine bei ALZON-Düngung gesteigerte Effizienz der N-Ausnutzung infolge reduzierter N-Verluste insbesondere durch Auswaschung, wie sie bei Kulturen mit langsamer Jugendentwicklung und Düngung zur Saat beobachtet wird (SOLANSKY 1985), tritt nicht auf. Sie ist auf dem Grünland bei Düngung zum Aufwuchs und dem Vorherrschen von Weidelgräsern mit ihrem hohen N-Aneignungsvermögen (OPITZ v. BOBERFELD und THEISS 1990) auch kaum zu erwarten. Die Ergebnisse der einzelnen Aufwüchse machen darüberhinaus deutlich, daß es bei ALZON-Düngung, auch bei Zusammenlegung einzelner Teilgaben, nicht gelingt, dem Pflanzenbestand im Verlauf der Vegetationsperiode ein ausgeglicheneres N-Angebot zur Verfügung zu stellen und so Qualitätseinbußen als Folge zeitweiliger N-Über- oder N-Unterversorgung zu vermeiden. Entgegen entsprechender Untersuchungen im Getreidebau (SOLANSKY 1984, SPIELHAUS 1989) ist somit keine länger anhaltende N-Wirkung des DCD-haltigen Düngers im Vergleich zu KAS feststellbar. Prinzipiell gibt es hierfür zwei mögliche Erklärungsansätze; denkbar ist zum einen eine im Vergleich zu Ackerkulturen weniger effiziente, vor allem kürzere nitrifikationshemmende Wirkung des DCD, da Grünlandböden hohe Gehalte an organischer Substanz und eine hohe biologische Aktivität aufweisen und der DCD-Abbau im Boden neben der Temperatur (VILSMEIER 1980) auch von der Bodenart, dem pH-Wert sowie dem Gehalt des Bodens an Gesamtstickstoff und organischer Substanz beeinflußt wird (SAHRAWAT et al. 1987, TESKE und MATZEL 1988, JACINTHE und PICHTEL 1992). Ist hingegen eine DCD-Wirkung gegeben, so sind die erzielten Ergebnisse nur über eine der $\text{NO}_3\text{-N}$ -Aufnahme vergleichbar zügige $\text{NH}_4\text{-N}$ -Aufnahme der Pflanzen erklärbar, wie sie von SOMMER (1972) für in den Wurzelbereich von Weidelgras eingebrachten Ammoniumstickstoff festgestellt wird. Die in Abbildung 5 jeweils für die ersten Aufwüchse der hohen Düngungsstufe dargestellten Mineralstoffgehalte in den einzelnen Jahren deuten darauf hin, daß der Grund für die Wirkungsgleichheit von KAS- und ALZON-Düngung vor allem hierin zu sehen ist. Die bei vorwiegender $\text{NH}_4\text{-N}$ -Ernährung im Vergleich zur $\text{NO}_3\text{-N}$ -Ernährung bekanntermaßen verminderte Kationenaufnahme bei gleichzeitig verstärkter Anionen-

insbesondere Phosphat-Aufnahme (JUNGK 1977, RODGERS 1984, POLETSCHNY und SOMMER 1984) wird beim Vergleich der durch die beiden N-Dünger bedingten Mineralstoffgehalte deutlich.

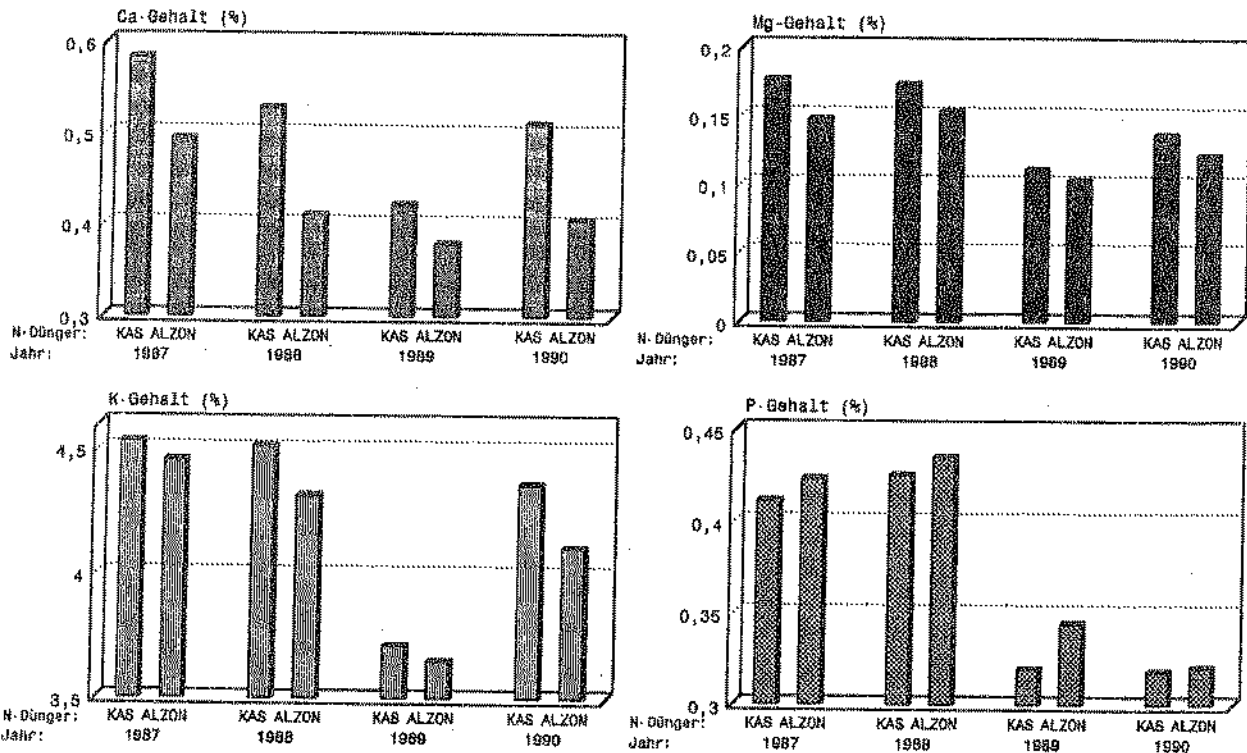


Abb. 5: Mineralstoffgehalte in Abhängigkeit von N-Dünger und Jahr; I. Aufwuchs, $400 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$, 2 Teilgaben

5 Schlußfolgerung

Der Einsatz DCD-haltiger Düngemittel auf dem Grünland hirt unabhängig von der Düngungsintensität weder bezogen auf die N-Ausnutzung, noch mit Blick auf Kriterien der Futterqualität und Gäreigenschaften sowie auf die Etablierung vereinfachter Düngungssysteme erkennbare, den höheren Kostenaufwand rechtfertigende Vorteile.

6 Literaturverzeichnis

- GUTSER, R. und A. AMBERGER, 1985: Nitratauswaschung nach Gülledüngung mit Didinzusatz. - Landw. Forsch., Kongreßband 1984, 137-145.
- JACINTHE, P.A. and J.R. PICHTEL, 1992: Interaction of nitrapyrin and dicyandiamide with soil humic compounds. - Soil Sci. Soc. Amer. J. 56, 465-470.
- JUNGK, A., 1977: Wirkung von Ammonium- und Nitrat-Stickstoff auf das Wachstum und die Zusammensetzung von Pflanzen. - Landw. Forsch., Kongreßband 1977, Teil II, 18-26.
- MENKE, K.H. und H. STEINGASS, 1987: Schätzung des energetischen Futterwertes aus der in vitro mit Pansen-saft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. 2. Mitteilung: Regressionsgleichungen. - Übersicht zur Tierernährung 15, 59-94.

- MOSDELL, D.K., W.H. DANIEL and R.P. FREEBORG, 1986: Evaluation of dicyandiamide-amended fertilizers on Kentucky bluegrass. - *Agronomy J.* 78, 801-806.
- NAUMANN, K., R. BASSLER, R. SEIBOLD und K. BARTH, 1983: Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. - Verl. J. Neumann-Neudamm, Melsungen, Berlin, Basel, Wien.
- OPITZ v. BOBERFELD, W. und H. THEISS, 1990: Zur Nitratdynamik im Boden in Abhängigkeit von Hauptbestandsbildner, Narbendichte und N-Düngung. - *J. Agron. Crop Sci.* 165, 349-355.
- POLETSCHNY, H. und K. SOMMER, 1977: Stickstoffformenversuch unter Anwendung von Nitrificiden bei Grasensaat. - *Landw. Forsch.*, Sdh. 33/II, Kongreßband 1976, 41-52.
- RODGERS, G.A., 1984: Use of nitrification inhibitors with urea fertilizers for grass. - In: VDLUFA (Hrsg.): Symposium Nitrifikationshemmstoffe, Weihenstephan 27./28.10.1983, VDLUFA Schriftenreihe, Heft 11, 212-230.
- SAHRAWAT, K.L., D.R. KEENEY and S.S. ADAMS, 1987: Ability of nitrapyrin, dicyandiamide and acetylene to retard nitrification in a mineral and an organic soil. - *Plant and Soil* 101, 179-182.
- SCHEFFER, B., H. KUNTZE und R. BARTELS, 1987: Einfluß des Nitrifikationshemmers 'Didin' auf die Stickstoffumsetzung und den Nitrataustrag in Sandböden. - *Z. Kulturtechnik u. Flurber.* 28, 208-213.
- SOLANSKY, S., 1984: Anwendung von DIDIN-haltigen Stickstoffdüngern (ALZON) im Getreidebau. - In: VDLUFA (Hrsg.): Symposium Nitrifikationshemmstoffe, Weihenstephan 27./28.10.1983, VDLUFA Schriftenreihe, Heft 11, 239-253.
- SOLANSKY, S., 1985: Nitratbildung und -verteilung im Boden nach N-Düngung mit ALZON. - *Landw. Forsch.*, Kongreßband 1984, 230-238.
- SOMMER, K., 1972: Nitrificide, Teil I: Wirkung, Bedeutung und Verfahren zur Selektion nitrificider Wirkstoffe. - *Landw. Forsch.*, Sdh. 27/II, 64-73.
- SPIELHAUS, G., 1989: Neue Aussichten für Alzon? - *Mitteilungen DLG* 104, 61-63.
- TESKE, W. und W. MATZEL, 1988: Die Beeinflussung der nitrifikationshemmenden Wirkung von Dicyandiamid durch Abbau und Verlagerung im Boden. - *Archiv Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkde.* 32, 241-246.
- VILSMEIER, K., 1980: Dicyandiamidabbau im Boden in Abhängigkeit von der Temperatur. - *Z. Pflanzenernähr. u. Bodenkde.* 143, 113-118.
- WEISSBACH, F., 1967: Die Bestimmung der Pufferkapazität der Futterpflanzen und ihre Bedeutung für die Beurteilung der Vergärbarkeit. - *Deutsche Akad. Landw.-Wiss. Tagungsber.* Nr. 92, 211-220.
- YEMM, E.M. and A.J. WILLIS, 1954: The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. - *Biochemical J.* 57, 508-514.
- ZERULLA, W. und H. KNITTEL, 1991a: Ertrag und Qualität von Hackfrüchten nach Anwendung von Dicyandiamid-haltigen Düngern. 1. Mitteilung: Einfluß auf Kartoffeln. - *Agribiological Research* 44, 278-281.
- ZERULLA, W. und H. KNITTEL, 1991b: Ertrag und Qualität von Hackfrüchten nach Anwendung von Dicyandiamid-haltigen Düngern. 2. Mitteilung: Einfluß auf Zuckerrüben. - *Agribiological Research* 44, 282-288.

N-Lösungen zu Grasland auf verschiedenen Böden

H. Jänicke*

1. Einleitung

Die Düngungskosten stellen eine entscheidende betriebswirtschaftliche Größe in der Grünlandwirtschaft dar. Eine hohe Effizienz jeder Düngungsmaßnahme ist in diesem Zusammenhang in zunehmendem Maße zwingend. Die praktische Relevanz der mineralischen Flüssigdüngung ergibt sich aus den deutlichen preislichen und den erheblichen arbeitswirtschaftlichen Vorteilen in Lagerung, Umschlag, Transport und Ausbringung (FRIZEN 1974, DRAUSCHKE et al. 1987, ANONYMUS 1989). Den Nährstofflösungen wird allgemein eine gleich gute Wirkung wie den festen Düngemitteln zugesprochen (MENGEL 1991, FINCK 1992), jedoch sind in Abhängigkeit vom Standort Unterschiede zwischen den Düngemitteln festzustellen. Für das Grünland liegen diesbezüglich widersprüchliche Ergebnisse vor. Während einerseits Wirkungsgleichheit zwischen Ammonitrat-Harnstoff-Lösung (=AHL), dem bedeutendsten flüssigen N-Dünger, und Kalkammonsalpeter (=KAS) verzeichnet ist (OPITZ von BOBERFELD 1981,1984; RATAJ 1987; FRYCEK 1988; KOHOUTEK 1988) wird andererseits von Mindererträgen bei Düngung mit AHL berichtet (HANSCHMANN und KÄMPFE 1975; von FISCHER 1980; CARLIER et al. 1990). Für Niedermoor liegen zur Wirkung von Nährstofflösungen keine Untersuchungsergebnisse vor. Die N-Dünger unterscheiden sich in ihrem Einfluß auf die Bodenreaktion und die Pflanzenbestandszusammensetzung, auf die Konzentration der Inhaltsstoffe und die Höhe der N-Verluste, zu den N-Lösungen sind die Angaben hierzu nicht einheitlich, Vergleichbarkeit und Übertragbarkeit sind vielfach nicht gegeben. Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, unter Berücksichtigung des Standortes Niedermoor die Erkenntnisse über die Wirkung der Nährstofflösungen zu erweitern.

2. Material und Methoden

Auf beiden Böden (Versuchsfelder Rustow, Kreis Demmin) erfolgte im Frühjahr 1990 die Ansaat mit *Festulolium braunii*, auf Mineralboden in Reinsaat, auf Niedermoorboden in Mischung mit *Phleum pratense* und *Poa pratensis*. Letztere erreichten nur geringe Ertragsanteile, so daß *Festulolium braunii* auch auf Niedermoorboden mit über 90 % Ertragsanteilen der dominierende Hauptbestandbildner war. Die Nutzung erfolgte ausschließlich über Schnitt.

Von Bedeutung für die Interpretation der vorliegenden Ergebnisse ist ein extrem trockener Sommer im Jahr 1992 (=2.Hauptnutzungsjahr).

* Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei des Landes Mecklenburg-Vorpommern, Forschungsstelle für Grünland und Futterbau, Kronwaldstr. 1, 17121 Rustow

Übersicht : Standortcharakteristik

Klimadaten : gemessen am Standort Rustow

Jahr	Niederschlag	Jahresdurchschnittstemperatur
1990	465	8,8
1991	500	8,0
1992	478	8,4
x*	552	7,9

* langjähriges Mittel der nächstgelegenen Wetterstation

Mineralboden :

schwach lehmiger Sand diluvialer Herkunft
pseudovergleyte Parabraunerde
organische Substanz: 1,6 %
pH-Wert (0,1n KCl) : 6,2

Niedermoorboden:

Seggentorf mit Schilf Beimengungen
Torf-Erdfen, Moormächtigkeit 4,5 m
organische Substanz: 64 %
pH-Wert (0,1n KCl) : 6,3

Die in der Tabelle aufgeführten Varianten werden durch eine Nullvariante (=0 kgN) ergänzt.

Die AHL (28 Gew.% N, davon 14 % NH₂-N und je 7% NO₃-N und NH₄-N) wurde mit einem Parzellenspritzgerät ausgebracht. Dabei wurden mit geringem Druck (maximal 0,2 MPa = 2 bar) möglichst große Tropfen erzeugt. Die Möglichkeiten der Parzellenspritze zur Erzeugung großer Tropfen, die als wichtige Forderung für die AHL-Applikation steht (OPITZ von BOBERFELD 1981,1984; ANGER 1989), wurden ausgeschöpft. Allerdings läßt sich diese Forderung mit den in der Praxis üblichen Großflächenspritzen wesentlich besser realisieren. Somit haben die vorliegenden Prüfungen unter strengen Bedingungen stattgefunden, was bei der Wertung der Ergebnisse zu berücksichtigen ist.

Tabelle: Varianten des AHL-KAS-Vergleichs auf Mineral- und Niedermoorboden,
Hauptbestandbildner: *Festulolium braunii*, Blockanlage mit vier Wiederholungen

FAKTOREN	STUFEN
1. N-Menge	1.1 30 kg N·ha ⁻¹ ·Aufwuchs ⁻¹
	1.2 60 kg N·ha ⁻¹ ·Aufwuchs ⁻¹
	1.3 120 kg N·ha ⁻¹ ·Aufwuchs ⁻¹
2. Ausbringungszeitpunkt (Aufwuchshöhe nach dem Schnitt)	2.1 niedrig - 5 cm
	2.2 hoch - 15 cm
3. N-Dünger	3.1 Ammonitrat-Harnstoff-Lösung (=AHL)
	3.2 Kalkammonsalpeter (=KAS)

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 TS-Erträge

Die in Abbildung 1 dargestellten TS-Jahreserträge des ersten Hauptnutzungsjahres ergeben sich für Niedermoorboden aus der Summe von vier Aufwüchsen (davon drei mit N gedüngt) und für Mineralboden entsprechend aus fünf Aufwüchsen (davon vier mit N gedüngt). Die N-Menge hatte erwartungsgemäß auf die im folgenden behandelten Zielgrößen stets gesicherten und zumeist den stärksten Einfluß und soll darum hier nicht besprochen werden. Die geringste Wirkung hatte in diesen Untersuchungen jeweils der Düngungstermin (Wuchshöhe nach dem Schnitt), wobei nur einzelne Aufwüchse, nicht aber die Jahreserträge seinem Einfluß unterliegen. Dabei stehen die 5 cm Aufwuchshöhe für eine Düngung so bald wie möglich nach dem Schnitt und die 15 cm als durchschnittliche Wuchshöhe des Bestandes für den zweiten Termin. Die N-Dünger unterscheiden sich im gezeigten ersten Hauptnutzungsjahr deutlich in ihrer Wirkung, der Düngemiteleinfluß auf die TS-Jahreserträge (sowie auf einzelne Aufwüchse) ist sowohl auf Mineralboden als auch auf Niedermoor signifikant. Im zweiten Hauptnutzungsjahr bleibt der Faktor N-Dünger ohne Bedeutung, was in erster Linie auf den Wassermangel zurückzuführen ist. Deutliche Ertragsvorteile für KAS gegenüber AHL im ersten Hauptnutzungsjahr und besonders auf Mineralboden sind unter den hier herrschenden Applikationsbedingungen zu verzeichnen.

3.2 N-Entzüge

Auf Mineralboden bewirkt der Düngemiteleinfluß unter normalen Bedingungen, wie im ersten Hauptnutzungsjahr (=1991) höhere N-Entzüge bei KAS-Düngung, zu ersehen aus Abbildung 2. Diese liegen im Durchschnitt um 26 % über den bei AHL-Düngung ermittelten N-Entzügen, bei absoluten Differenzen von bis zu $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$, während bei Trockenheit im zweiten Hauptnutzungsjahr (=1992) keine gesicherten Differenzen festzustellen sind.

Auf Niedermoorboden ist dagegen im ersten wie im zweiten Hauptnutzungsjahr die gesicherte Wirkung der N-Dünger auf die N-Entzüge zu verzeichnen, bei absoluten Differenzen von bis zu $50 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$. Mit der relativ guten Durchfeuchtung des Niedermoorbodens in der Trockenperiode sind bessere Bedingungen für die N-Umsetzung gegeben, wodurch die Wirkung der N-Dünger deutlicher in Erscheinung treten kann.

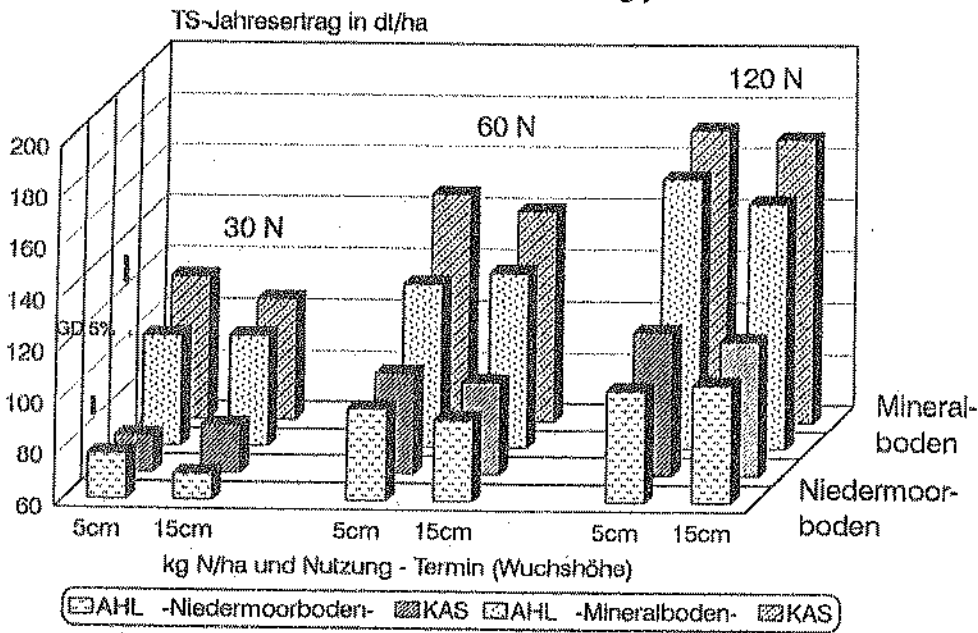


Abb. 1: TS-Erträge (*Festulolium braunii*, 1.Hauptnutzungsjahr) in Abhängigkeit von N-Dünger, N-Menge und Düngungstermin

1.Hauptnutzungsjahr

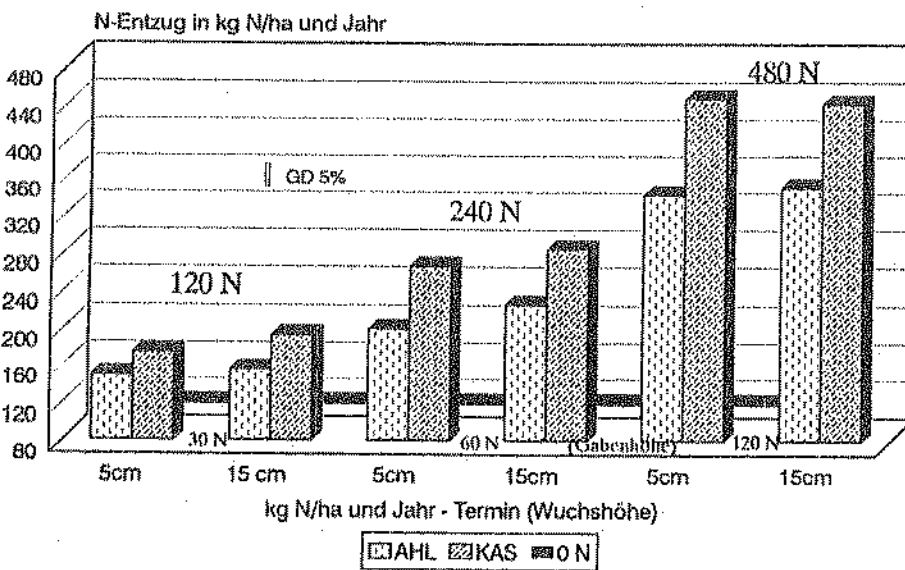


Abb. 2: N-Entzüge (Mineralboden, *Festulolium braunii*) in Abhängigkeit von N-Dünger, N-Menge und Düngungstermin

3.3 Pflanzenbestand und Boden

Zur Wirkung der N-Dünger auf die Ertragsanteile, geschätzt jeweils am Tag vor der Ernte nach KLAPP/STÄHLIN (VOIGTLÄNDER und VOß 1979), ist nach drei Jahren für den *Festulolium*-Bestand auf Mineralboden kein Düngemiteleinfluß zu verzeichnen, wobei die Einwanderung nicht angesäeter Arten als unbedeutend einzuschätzen ist. Dagegen konnten auf dem Niedermoorboden Veränderungen in der Bestandeszusammensetzung beobachtet werden, wie aus Abbildung 3 ersichtlich. Während bei KAS-Düngung hauptsächlich *Stellaria media*, *Taraxacum officinale*, *Ranunculus repens*, *Plantago major* und teilweise *Rumex obtusifolius* die Lückenbesiedlung

vornehmen, sind diese Kräuter in den AHL-Varianten nur geringfügig vertreten. Hier werden die Lücken im Wesentlichen von *Alopecurus geniculatus*, *Agrostis alba*, *Poa annua* und *Poa trivialis* geschlossen. Das stimmt überein mit Ergebnissen von OPITZ von BOBERFELD (1981,1984), wonach bei AHL-Düngung eine Verringerung der Kräuteranteile und eine Förderung der Gräseranteile eintritt. Die Einwanderung von *Trifolium repens* bzw. dessen Anteile sind in erster Linie von der N-Menge abhängig, wie in der Literatur mehrfach beschrieben (DYCKMANS 1987, KLÖCKER 1989, WILHELMY et al. 1991) und auch bei AHL-Düngung möglich (vgl. Abb.3). Wenn auch keine direkten herbiziden Effekte zu ermitteln waren, kann doch davon ausgegangen werden, daß mit AHL-Düngung in Abhängigkeit von N-Menge und Anwendungsdauer der unerwünschten Ausbreitung von Kräutern entgegengewirkt werden kann.

Während der Niedermoorboden im Untersuchungszeitraum keinen gesicherten Einfluß der N-Dünger auf die Bodenreaktion zuläßt, bedingt durch sein relativ besseres Pufferungsvermögen, ist auf dem Mineralboden in den obersten fünf Zentimetern bei der höchsten N-Gabe schon nach einem Jahr eine pH-Absenkung um 0,4 Einheiten gegenüber der KAS-Düngung und der Nullvariante und nach zwei Jahren um 0,7 Einheiten gegenüber der Nullvariante zu verzeichnen. Die pH-Wert-Überprüfung sollte bei AHL-Düngung auf leichteren Böden bzw. Böden mit geringem Pufferungsvermögen vordringlich sein.

3.4 N-Ausnutzung

Die in Abbildung 4 dargestellte N-Ausnutzung wird errechnet nach der Formel:

$$\text{N-Ausnutzung in kg TS} \cdot \text{kg N}^{-1} = \frac{(\text{TS-Ertrag bei x kg N}) - (\text{TS-Ertrag bei 0 kg N})}{\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}}$$

Die N-Ausnutzung ist im ersten Hauptnutzungsjahr auf Mineralboden bei KAS-Düngung um 24 % höher als bei AHL-Düngung, auf Niedermoorboden um 12 %. Im zweiten Hauptnutzungsjahr ist auf Mineralboden kein Unterschied in der N-Ausnutzung zwischen AHL und KAS zu verzeichnen. Damit ist eine erwartete bessere Wirkung der AHL unter trockenen Bedingungen nicht eingetreten, obwohl im Untersuchungszeitraum diese Bedingungen gegeben waren. Auf eine Wertung der N-Ausnutzung im zweiten Hauptnutzungsjahr auf Niedermoorboden muß verzichtet werden, da Pflanzenbestandsveränderungen, insbesondere die Einwanderung von *Trifolium repens* und seine hohen Anteile in der Nullvariante die extrem geringe bzw. "negative" N-Ausnutzung ($30 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ je Aufwuchs, vgl. Abb.4) verursachen.

Noch deutlicher wird die unterschiedliche N-Ausnutzung in Abbildung 5. Die Ausnutzungsgrade sind errechnet nach der Formel:

$$\text{N-Ausnutzungsgrad in \%} = \frac{\text{N-Entzug gedüngt} - \text{N-Entzug ungedüngt}}{\text{N-Düngermenge}}$$

Während auf Mineralboden im zweiten Hauptnutzungsjahr ein nahezu gleicher Nutzungsgrad festzustellen ist, liegt er im ersten Hauptnutzungsjahr bei KAS-Düngung um 24 % höher als bei AHL-Düngung (vgl. Abb. 5), wobei die Ausnutzung des verabreichten N im Jahr der Anwendung im Bereich von 50-75 % als normal angesehen wird (MENGEL 1991, FINCK 1992). Auf Niedermoorboden ist demgegenüber ein deutlich niedrigeres Niveau in der N-Ausnutzung ausgewiesen, im ersten Hauptnutzungsjahr durchschnittlich 27 % bei AHL- und 35 % bei KAS-Düngung und im zweiten Hauptnutzungsjahr rein rechnerisch zumeist negativ (vgl. S. ... ; Einwanderung von *Trifolium repens*) bzw. bei der höchsten N-Stufe im Bereich von 7-16 %. Die Wirkung der beiden N-Dünger ist auf dem Niedermoorboden weniger unterschiedlich als auf Mineralboden bzw. die unkontrollierte N-Nachlieferung aus dem Niedermoorboden läßt hier eine differenziertere Wirkung der N-Formen nicht zu.

Zum Verbleib des gedüngten N ist anzumerken, daß in erster Linie für die AHL-Düngung die NH₃-Verflüchtigung und insgesamt die Denitrifikation, besonders für Niedermoor, als N-Verluste in Frage kommen.

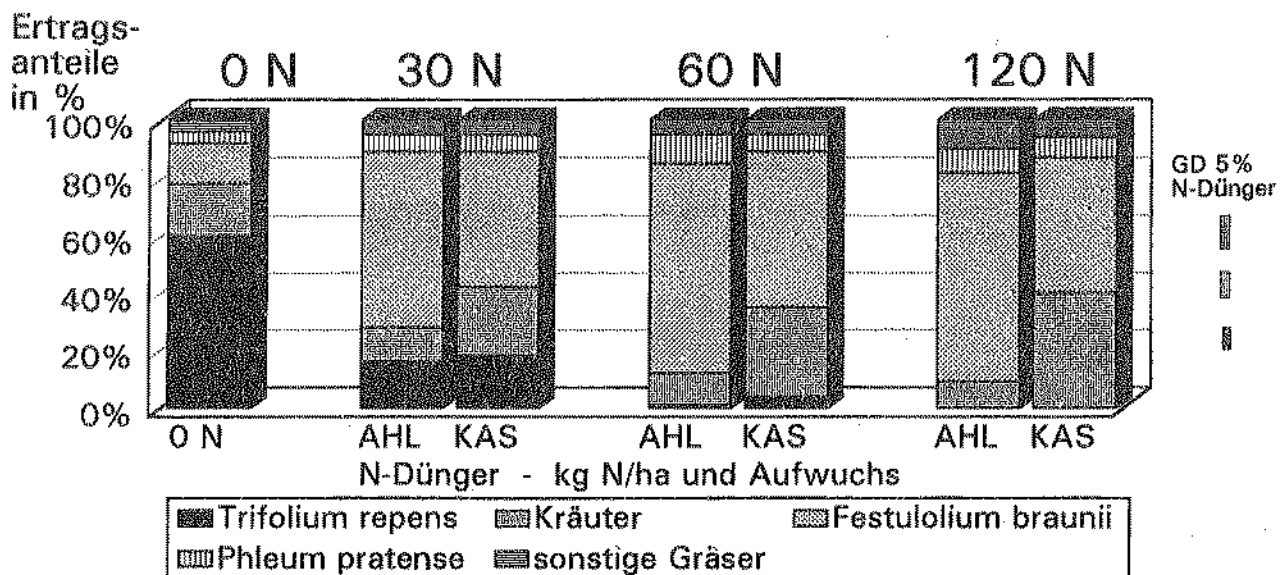


Abb. 3: Ertragsanteile (Niedermoorboden, *Festulolium braunii*- 2. Hauptnutzungsjahr, 3. Aufwuchs) in Abhängigkeit von N-Dünger und N-Menge

4. Zusammenfassung

Im Mittelpunkt der hier vorgestellten Untersuchungen stand der AHL-KAS-Vergleich auf Niedermoorboden und Mineralboden, jeweils mit *Festulolium-braunii*-Beständen:

- geringere Differenzen auf Niedermoorboden im Vergleich zum leichten Mineralboden bei TS-Erträgen, N-Entzügen, Veränderungen der Bodenreaktion;
- sofern Differenzen auftraten, bessere Wirkung von KAS, besonders bei höherer N-Menge;
- für Einfluß auf Bodenreaktion und Pflanzenbestandeszusammensetzung sind N-Menge, Dauer der Anwendung und Standort entscheidend.

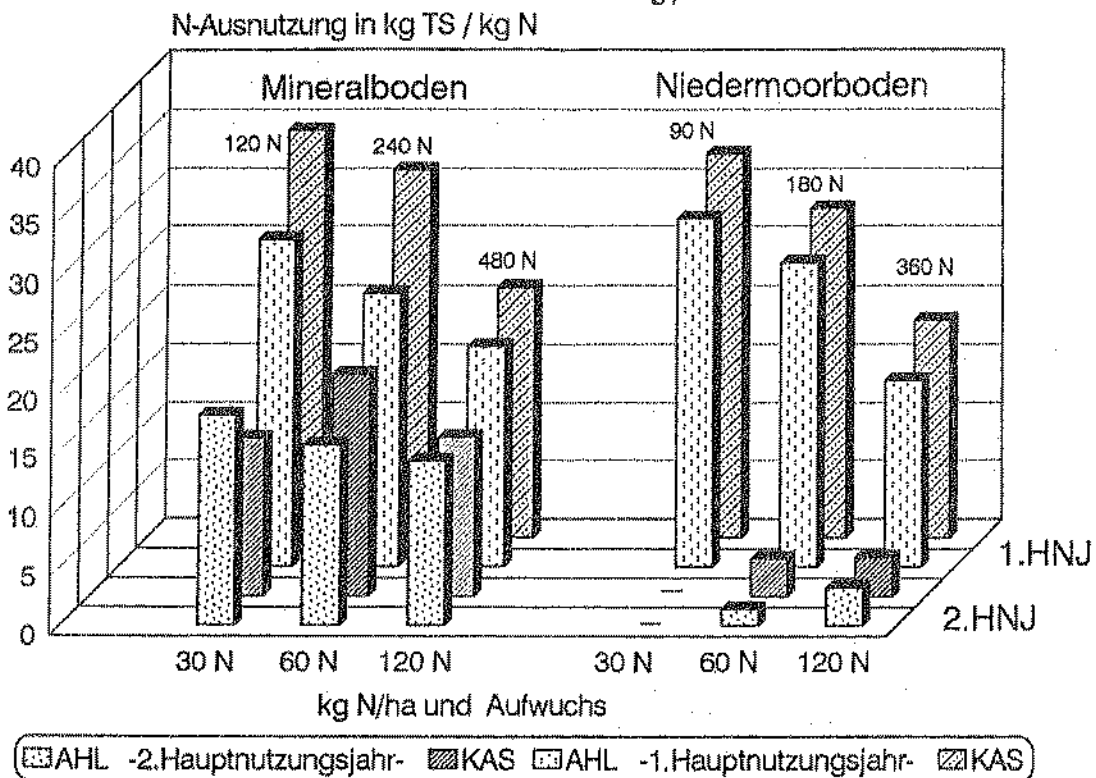


Abb. 4: N-Ausnutzung von *Festulolium braunii* in Abhängigkeit von N-Dünger und N-Menge

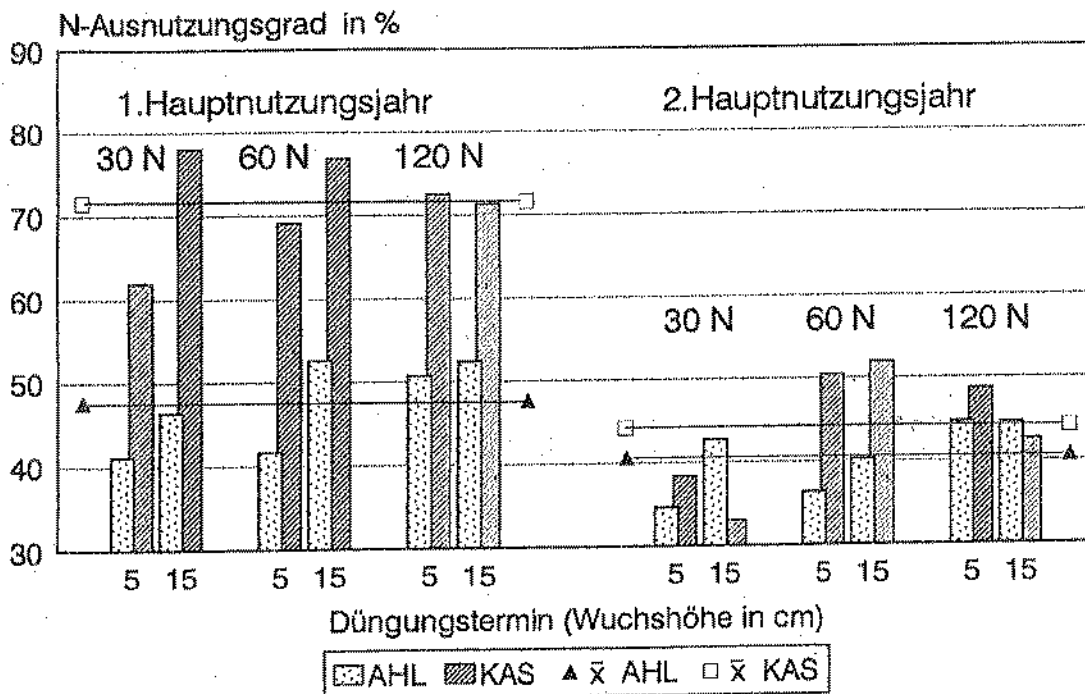


Abb. 5: N-Ausnutzungsgrad (Mineralboden, *Festulolium braunii*) in Abhängigkeit von N-Dünger, N-Menge und Düngungstermin

Literatur liegt beim Autor vor, zusammengefasst in:
 Jänicke, H. 1994: Zur Wirkung von N- und NP-Lösungen unter variierenden Bedingungen auf Grasland.-Diss. Gießen.

Wie läßt sich für Moorböden die Düngung des Grünlandes der extensiven Nutzung anpassen?

R.Bartels und B.Scheffer *

1. Einleitung

Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung bedeutet geringeren Stoffexport aus der Fläche, und im Sinne des Bodenschutzes und des Umweltschutzes auch einen geringeren Stoffimport in die Fläche, d.h. unter anderem eine allgemeine Reduzierung der Düngung und damit geringere Stoffumsetzungen.

Moorböden sind als Grenzstandorte und als absolute Grünlandstandorte von Extensivierungsmaßnahmen besonders stark betroffen. Die moorspezifische Nährstoffdynamik hängt von der speziellen Speicherfähigkeit der Moorböden für Nährstoffe ab, sie bedeutet z.B. für Hochmoorböden stärkeren Umsatz bei geringem Nährstoffpool (BADEN, 1966).

Die Nährstofffreisetzung aufgrund erhöhter Umsetzungsvorgänge ist beim Nährstoffangebot an die Pflanze auf Moorböden relativ stark und damit bei der Düngung - vor allem bei Niedermoorböden - klimaabhängig zu berücksichtigen.

2. N-Düngung

Moorböden sind prädestinierte Grünlandstandorte, weil sie auf Grund ihrer hohen nutzbaren Feldkapazität den hohen Wasserbedarf der Grünlandpflanzen decken können. Mit zunehmendem Grenzflurabstand und mit zunehmender Vererdung - beides geht mit einer Nutzungsintensivierung einher - verringert sich jedoch dieser Vorteil.

Wenn man davon ausgeht, daß eine Nutzungsextensivierung mit einem allgemeinen Anstieg der Grundwasserstände einhergeht, ist

*Bodentechnologisches Institut des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung, Fr.Mißler-Str.46, 28211 Bremen

damit zu rechnen, daß sich die Zersetzung der Torfe und die darauf folgende Vererdung verlangsamt und damit weniger Stickstoff und Phosphat pflanzenverfügbar werden. Wir müssen unterscheiden zwischen den stickstoffarmen Hochmoorböden und den stickstoffreichen Niedermoorböden. Bei den Hochmoorböden wiederum um langjährig stark mit Stickstoff versorgte und nur mit geringen Stickstoffmengen gedüngte Böden.

Weil relativ viel Stickstoff in leicht pflanzenverfügbarer Form aus Niedermoorböden frei wird, brauchen die Grünlandbestände nur mit entsprechend weniger N versorgt zu werden. Wieviel macht das aber aus und mit welcher Wirkung kann man rechnen, wenn die Grünlandbestände auf Moorböden Stickstoff aus Mineraldünger erhalten?

In einem Grünlandversuch auf Niedermoorgrünland in der Wümmeniederung haben wir bei Wiesennutzung im achtjährigen Mittel 88 dt Trockenmasse/ha.a ohne jegliche Stickstoffdüngung erzielt. Hier läßt sich das hohe Ertragspotential der Niedermoorböden erkennen.

Durch pflanzenbedarfsgerechte Düngung nach N_{min} -Analyse des Bodens ließ sich beim Auffüllen auf 100 kg/ha.a während der gesamten Vegetationsperiode der Ertrag nur um 30 dt/ha erhöhen. Aus Abb. 1 geht hervor, daß die Grünlandbestände auf dem Niedermoorboden während der gesamten Vegetationsperiode gleichbleibende Zuwachsraten im Vergleich zu Mineralböden aufweisen. Die höchste Stickstoffwirkung wurde zur ersten Nutzung ermittelt, weil die Effizienz der N-Düngung im Frühjahr bei den nassen, kalten Böden am höchsten ist. Insgesamt zeigt sich jedoch, daß die Stickstoffdüngung wegen der Stickstofffreisetzung auf Niedermoorböden nur geringfügig die Zuwachsraten erhöht.

Für Niedermoore gilt, daß das ohnehin sehr hohe natürliche Ertragspotential eine ungenügende Wirkung der Stickstoffdüngung bei den hohen Freisetzungsraten bedingt, daher kann hier auf eine Stickstoffdüngung allgemein verzichtet werden. Weil in der Krume von Hochmoorböden wesentlich weniger Stickstoff gebunden

ist, wird auch weniger durch die Zersetzung frei, so daß die Wirkung des Mineraldüngerstickstoffs um ein Vielfaches höher angesetzt werden kann.

In einem fünfjährigen Schnittversuch auf Hochmoorgrünland haben wir bei viermaliger Nutzung ohne Stickstoffdüngung nur ein Ertragspotential von weniger als 30 dt/ha.a erreicht, bei dreimaliger Nutzung erhöht sich der Ertrag auf der Nullvariante auf 35 dt/ha.a.

Wegen des geringen Stickstoffangebots im Hochmoorboden kann die Effizienz der Stickstoffdüngung entsprechend höher angesetzt werden, wie es sich aus den Varianten 3 und 4 ergibt. Die Variante 3 wurde gleichmäßig mit 40 x 50 kg N/ha.a gedüngt, bei der Variante 4 wurde der fröhsommerliche erhöhte Zuwachs durch die gezielte Stickstoffdüngung besser ausgenutzt, d.h. bei dreischüriger Wiesennutzung werden mehr als 55 % des Gesamtertrages bei der 1. Nutzung geerntet.

Nach Ergebnissen aus N-Steigerungsversuchen ist die N-Düngung auf Hochmoorgrünland in Naturschutzgebieten auf eine Startgabe im Frühjahr zu begrenzen.

3. P/K-Düngung

Die grünlandwirtschaftlich genutzten Moorböden sind in den vergangenen Jahrzehnten so stark aufgedüngt worden, daß das Ertragsniveau nicht mehr von den aktuellen Nährstoffgehalten der Böden und von der Düngungshöhe abhängig ist. Wenn KUNTZE (1978) von zunehmender Kopflastigkeit der Nährstoffprofile bei Moorböden spricht, spielt er auf die Phosphat- und Kalianreicherung im Krumbereich der Moorböden an, weil sich die Mineralstoffe und damit auch P und K durch die Mineralisierung der Torfe in den oberen Zentimetern relativ anreichern; dazu trägt auch der meist höhere pH-Wert im Krumbereich bei. Mit dem Trend zur Extensivierung sollte eine allgemeine Reduzierung der Nährstoffzufuhr über Mineraldünger und Wirtschaftsdünger nicht nur aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten einhergehen, es sollte auch

Ziel sein, die Flächen weniger mit löslichen Nährstoffen zu belasten.

In Norddeutschland laufen in Zusammenarbeit mit den Grünlandreferaten der Landwirtschaftskammern seit 1985 Düngungsversuche, wo für Phosphat und für Kalium geprüft werden soll, ob es besser ist, die Düngung nach Nährstoffkonzentrationen im Boden, gemessen z.B. im DL-Auszug, auszurichten oder den jährlichen Nährstoffentzug auf einem möglichst geringen Niveau als Entzugsdüngung auszugleichen (BARTELS u. SCHEFFER, 1990).

In diesem Verbundprojekt hat das Bodentechnologische Institut des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung in einem Naturschutzgebiet bei Worpsswede auf saurem (pH 4,5) Niedermoor zwei Düngungsversuche zur P- und K-Versorgung nach Entzug angelegt. Die Nährstoffversorgung sowohl für P als auch für K liegt eindeutig in der Gehaltsklasse A.

Im Laufe der Versuchsjahre nahm der Kräuteranteil insgesamt zu; auf den Kaliummangel-Varianten ließ sich ein verstärktes Auftreten der Rasenschmiele (*Deschampsia cespitosa*) feststellen.

Aus Tabelle 1 ist zu ersehen, daß bei einer Bodenversorgung in Klasse A die Entzugsdüngung (Variante 3) ausreicht, um befriedigende Erträge zu erzielen. Eine weitere Ertragsbeeinflussung durch die P-Düngung ist unwesentlich (Variante 4 und 5). Die P-Gehalte allerdings lassen sich durch die verstärkte Phosphatdüngung weiter steigern, so daß die Entzugsmengen ebenfalls in Abhängigkeit von der erhöhten P-Düngung zunehmen. Daraus folgt, daß die P-Düngung auf diesem Standort bei Versorgungsstufe A mit 65 kg P_2O_5 je ha ausreicht; bei höheren Versorgungsstufen kann die P-Düngung eingeschränkt werden.

Gleiches gilt für die K-Versorgung (Tab. 2). Auch hier sehen wir, daß eine Düngung über den Entzug hinaus nicht anzuraten ist. Bei Versorgungsstufe A wurden im langjährigen Mittel 232 kg K_2O pro ha entzogen; daß die Pflanze keinen Luxuskonsum bei dieser Düngungshöhe betreibt, ist daraus abzuleiten, daß mit der

halben Entzugsdüngung der K-Gehalt und auch der Ertrag wesentlich abnehmen.

Ab 1994 wird geprüft, ob die PK-Düngung auf Entzug bei verminderter Schnitthäufigkeit und reduzierter N-Düngung ausreicht.

4. Zusammenfassung

Werden Moorböden in NSG extensiver unter Grünland genutzt, ist bei der Düngung die Nährstofffreisetzung zu berücksichtigen. Die N-Düngung ist auf N-reichen Niedermoorböden möglichst einzustellen. Auf N-armen Hochmoorböden sollte die N-Düngung auf eine Startgabe im Frühjahr beschränkt werden.

Für Phosphat und Kalium reicht die Versorgungsstufe A/B aus, die Düngung braucht nur den Entzug auszugleichen. In den höheren Gehaltsklassen ist die Nährstoffzufuhr entsprechend Tab. 3 zu reduzieren.

5. Literatur

- BADEN, W. (1966): Bewirtschaftung und Leistung des Grünlandes auf Deutscher Hochmoorkultur. - Mitt. Arb. Staatl. Moorversuchsstation, 9. Ber., 222 S., 113 Abb., 65 Tab.; Bremen (Schünemann).
- BARTELS, R. u. B. SCHEFFER (1975): N-Leistung auf Hochmoorgrünland im Vegetationsablauf. - Wirtsch.-eigene Futter, 21, (2), 151-160, 4 Abb., 3 Tab.; Frankfurt (Main).
- BARTELS, R. u. E.A. WATERMANN (1981): Einfluß der N-Düngung auf die Trittfestigkeit und Tragfähigkeit von Hochmoorgrünland. - Z.f.Kulturtechn. u. Flurberein., 22, 365-370, 2 Abb., 2 Tab.; Berlin u. Hamburg.
- BARTELS, R. u. B. SCHEFFER (1990): Zur Grunddüngung von Dauergrünland. - VDLUFA-Schriftenr., 30 (Kongr.Bd. 1989), 2 Abb., 2 Tab.; Darmstadt.
- KUNTZE, H. (1978): Bodennährstoffprofile und Grünlandumbruch - In: Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau (Hrsg.) Referate der Jahrestagung 1978 - Bredstedt.

Varianten:

1 = ohne N-Düngung

2 = nach N_{min} auf 100 kg N/ha aufgedüngt

3 = nach N_{min} auf 200 kg N/ha aufgedüngt

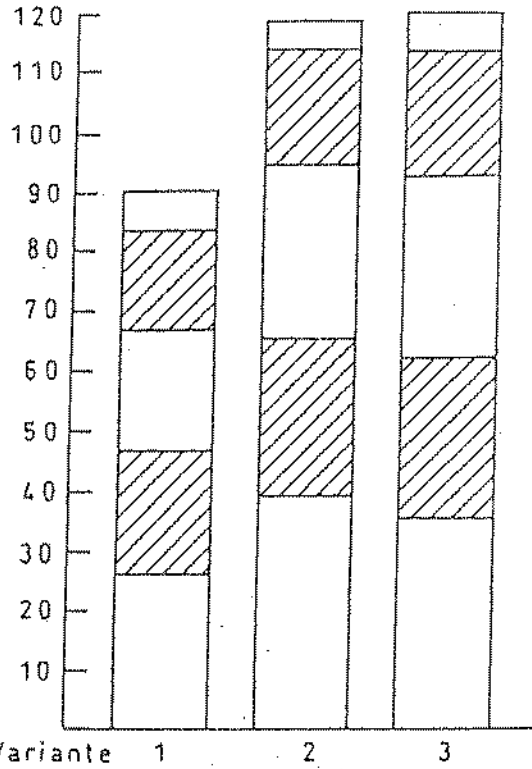


Abb. 1

Grünlanderertrag auf saurem Niedermoor, achtjähriges Mittel

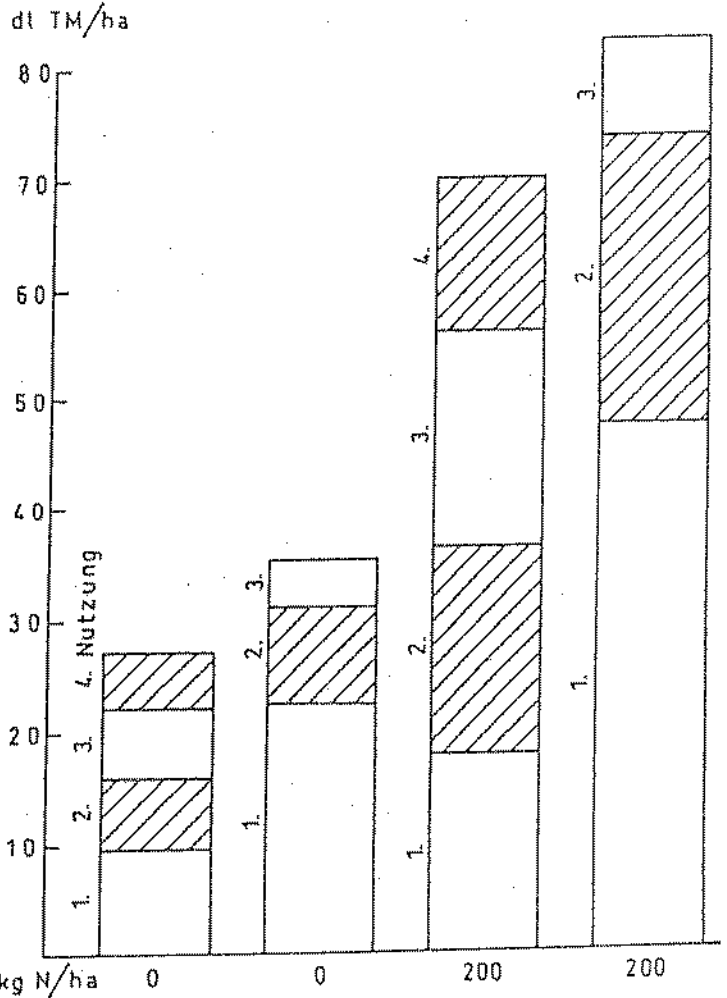


Abb. 2

TM-Ertrag bei unterschiedlicher N-Verteilung und Schnitthäufigkeit auf Hochmoorgrünland

Tab. 1: Grunddaten zum P-Versuch auf extensiv genutztem Moorgrünland \bar{x} 1985-1993

Variante Düngung	1 ohne	2 0,5 Entzug	3 1,0 Entzug	4 1,5 Entzug	5 nach BU	GD 5 %
Ertrag (dt/ha)	68,2	89,8	98,7	101,6	103,2	4,3
P-Gehalt (%)	0,20	0,24	0,27	0,32	0,37	-
P-Entzug (kg/ha)	15,2	22,1	28,0	32,8	38,8	-
DL-P, mg/100 ml Boden (0-10 cm)	1,6	1,6	1,7	1,8	4,0	0,5
P-Düngung kg P205/ha	-	33	65	98	200	-

Tab. 2: Grunddaten zum K-Versuch auf extensivgenutztem Moorgrünland \bar{x} 1985-1993

Variante Düngung	1 ohne	2 0,5 Entzug	3 1,0 Entzug	4 1,5 Entzug	5 nach BU	GD 5 %
Ertrag (dt/ha)	56,9	89,4	95,8	96,6	96,7	7,0
K-Gehalt (%)	0,54	1,26	1,96	2,68	2,97	0,31
K-Entzug (kg/ha)	35,5	118,5	192,2	270,0	307,1	29
DL-K, mg/100 ml Boden (0-10 cm)	1,9	2,0	2,3	3,1	4,8	1,0
K-Düngung kg K20/ha	-	116	232	348	336	-

Tab. 3: Gehaltsklassen von Phosphat und Kalium für Moorböden
(Grünlandnutzung)

Gehalts- klassen	Phosphat (mg P205/100 ml)	Kalium (mg K20/100 ml)
A	< 3	< 4
B	3 - 5	4 - 7
C	6 - 10	8 - 12
D	11 - 15	13 - 18
E	> 15	> 18

Grünlandnutzung, 3. Schnitt

Gehalts- klassen	Phosphat (kg P205/ha)	Kalium (kg K20/ha)
A	130	290
B	100	260
C	80	200
D	40	100
E	0	0

Nährstoffüberschüsse und Betriebsmanagement im Futterbaubetrieb

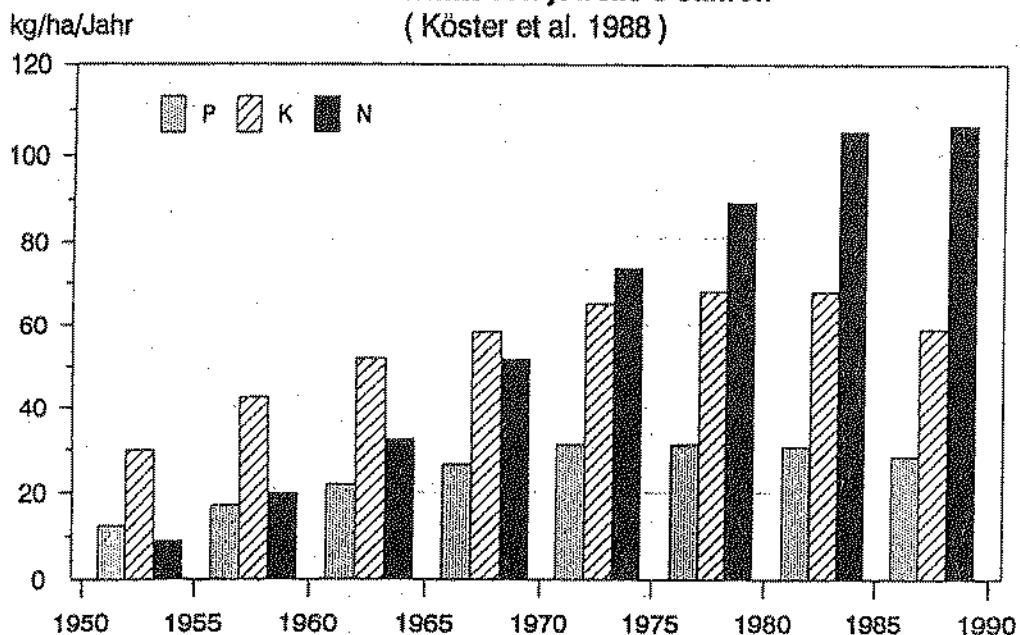
F. Weißbach*

1. Problem

Bilanzen für Betriebe und Regionen zeigen, daß herkömmliche Formen der Agrarwirtschaft mit erheblichen Überschüssen an Pflanzennährstoffen verbunden sein können. So läßt sich aus Erhebungen von Köster et al. (1988) (Abb. 1, hier P und K als Element angegeben) errechnen, daß den landwirtschaftlich genutzten Böden in der Bundesrepublik Deutschland seit 1950 kumulativ im Durchschnitt pro Hektar etwa 2,8 t N, 2,9 t K₂O und 2,5 t P₂O₅ mehr zugeführt worden sind, als ihnen mit den Ernteprodukten entzogen worden ist. Dieses Mehr an Zufuhr bewirkte nicht nur die angestrebte Steigerung der Bodenfruchtbarkeit, sondern es hat inzwischen ein Ausmaß erreicht, das auf vielen Standorten den ökonomischen Effekt weiterer Düngung mit P und K in den bisherigen Gaben fraglich erscheinen läßt und das zumindest im Falle des Stickstoffs die Umwelt unverträglich belastet.

Abbildung 1

Überschuß an Pflanzennährstoffen je ha LF in der BRD
Durchschnitt von jeweils 5 Jahren
(Köster et al. 1988)



2. Ursachen

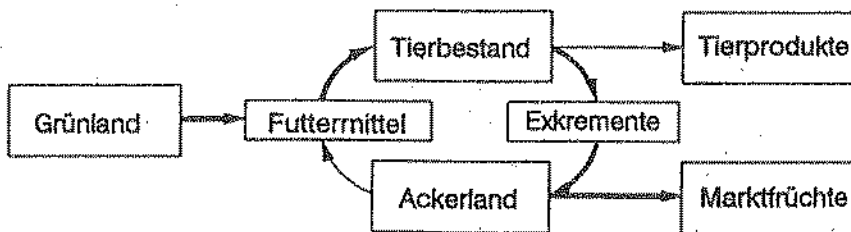
Eine Ursachenanalyse zwingt zu der Schlußfolgerung, daß für diese Situation neben dem allgemein stark gestiegenen Niveau der Landnutzungsintensität die vor allem in den 60er und 70er

* Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL)
Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

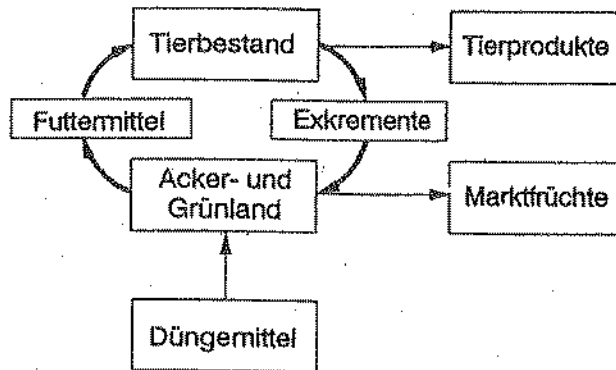
Jahren vollzogene Spezialisierung der Betriebe verantwortlich ist. Sie war bekanntlich das Mittel der Wahl, um die Fortexistenz von landwirtschaftlichen Unternehmen mit geringer Flächenausstattung zu sichern. Durch die Etablierung viehloser, allein mit Mineraldüngern wirtschaftender Marktfruchtbetriebe einerseits und von Futterbau- und Veredelungsbetrieben mit enorm gesteigerter Viehdichte andererseits sind die Nährstoffströme grundlegend beeinflußt worden (Abb. 2).

Abbildung 2
Vereinfachte Flußschemata
für Pflanzennährstoffe in der Landwirtschaft

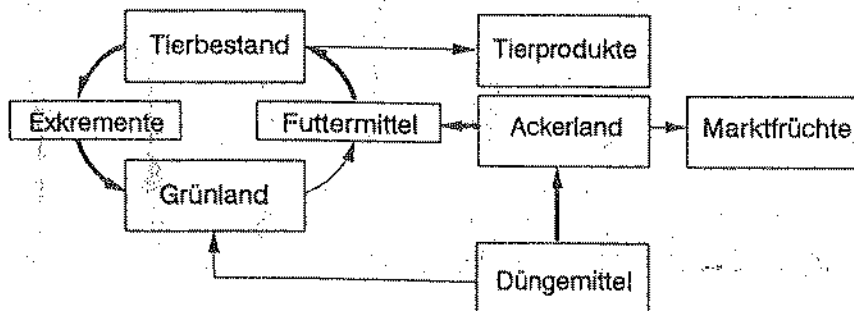
a) Historische Situation: Nährstofftransfer vom Grün- zum Ackerland



b) Integriertes System: Ersatz von Nährstoffentzug und -verlusten



c) Aktuelle Situation: Nährstofftransfer vom Acker- zum Grünland



Fand noch zu Justus von Liebig's Zeiten ein Nährstofftransfer vom Grünland zum Ackerland und von dort aus der Landwirtschaft heraus statt, so ermöglichte die später eingeführte Minereraldüngung weitgehend ausgeglichene Nährstoffbilanzen bei steigender Bodenfruchtbarkeit. Mit der Spezialisierung wurden die traditionellen Stoffflüsse ein weiteres Mal gravierend verändert. Der auf den Zukauf großer Kraftfuttermengen angewiesene reine Futterbaubetrieb importiert mit den an anderen Orten erzeugten Handelsfuttermitteln mehr Pflanzennährstoffe, als ihn mit den tierischen Produkten verlassen. Die Endstation der überschüssigen Nährstoffe ist die Futterfläche, die zudem in aller Regel noch mineralisch gedüngt wird, um ausreichende Erträge für die Versorgung des hohen Viehbestandes mit Grundfutter zu sichern.

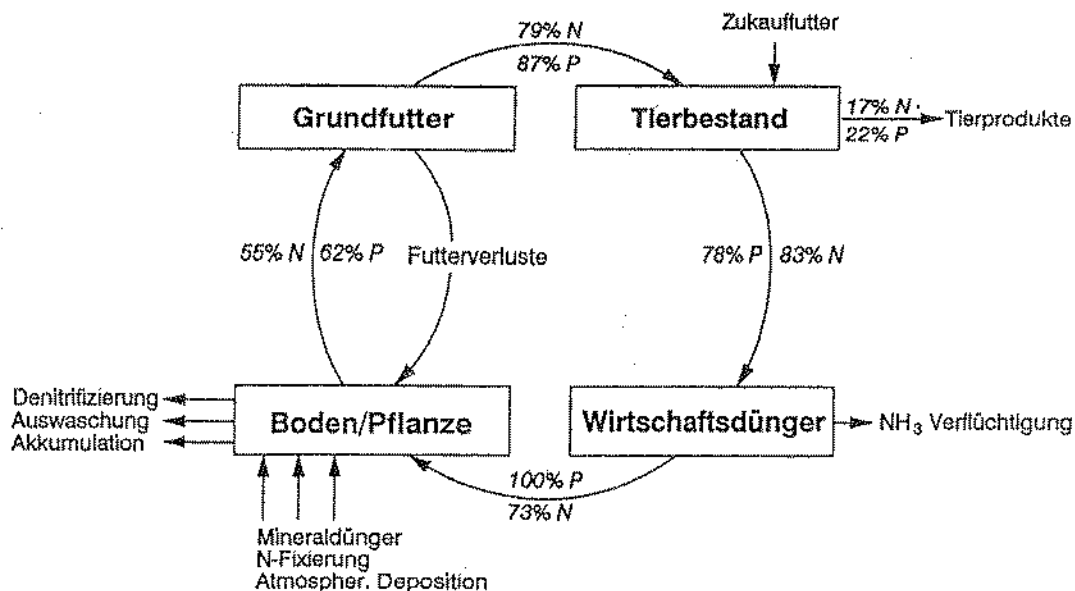
Seit einigen Jahren werden Erfahrungen, daß es auch mit weniger Mineraldünger geht, in zunehmendem Maße genutzt. Die Düngungsempfehlungen wurden herabgesetzt, und der tatsächliche Mineraldüngereinsatz ist bereits deutlich gesunken. Es muß aber gefragt werden, ob das allein ausreicht, um überall zu nachhaltig umweltverträglichen Formen der Agrarwirtschaft zu gelangen. Gemessen an diesem ökologischen Ziel erscheint es vielmehr notwendig, das Betriebsmanagement, insbesondere von Futterbaubetrieben, auf geringstmögliche Nährstoffüberschüsse je Flächeneinheit oder besser noch je Mengeneinheit Endprodukt, im Falle des Futterbaubetriebes also je Tonne Milch und Fleisch, auszurichten.

3. Einflußmöglichkeiten

Untersuchungen, die dazu in den letzten Jahren durchgeführt worden sind, haben gezeigt, daß zur Lösung dieses Problems die Nährstoffflüsse jeweils des gesamten Betriebes betrachtet und optimiert werden müssen. Einzelne Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffverluste in einem Teil des Kreislaufes können die Nährstoffflüsse in einem anderen verändern und zusätzliche Anpassungsmaßnahmen erfordern. Maßnahmen zur Verbesserung der Nährstofftransformation können deshalb zuverlässig nur an einer "Hoftorbilanz" beurteilt werden.

Um zu einem auf effektives Nährstoffmanagement ausgerichteten Wirtschaftskonzept zu kommen, hat es sich zunächst als nützlich erwiesen, den Nährstoffkreislauf in seine Hauptkomponenten zu zerlegen, um sich Klarheit über die Einflußmöglichkeiten zu verschaffen (Abb. 3). Ein solches analytisches Vorgehen kann zu neuen, z. T. überraschenden Einsichten führen.

Abbildung 3
Hauptkomponenten des Nährstoffkreislaufes eines
spezialisierten Milchviehbetriebes
Zahlenangaben: Transformationsrate, bisherige Situation in NL
(Aarts et al. 1992, Biewinga et al. 1992)



Um den Transfer der Nährstoffe vom Futter zu den tierischen Produkten zu verbessern (**Komponente: Futter/Tierbestand**), ist die Senkung des Rohproteingehaltes der Futterrationen, die in der Rinderfütterung während des Sommers ohnehin nicht immer mit wirtschaftlichen Mitteln realisiert werden kann, bei weitem nicht die einzige Möglichkeit. Mindestens ebenso wirksam ist die Steigerung der Milchleistung. Kühe mit hoher Leistung sind umweltfreundlicher als andere, und solche mit hoher Lebensleistung sind es noch mehr, weil sie die Aufzucht von weniger Jungvieh erfordert, die im Hinblick auf die Nährstoffeffizienz besonders ungünstig ist.

Beim Transfer der Pflanzennährstoffe von den tierischen Exkrementen zum Boden (**Komponente: Wirtschaftsdünger**), und zwar so, daß eine möglichst gute Verwertung durch den Pflanzenbestand erreicht werden kann, treten erfahrungsgemäß besonders hohe Verluste auf. Hier geht es aber bei weitem nicht nur um die zweckmäßige Ausbringung der Gülle. Auch zwischen dem Anfall der Exkremente im Stall und der gelagerten Gülle gibt es Erfordernisse und technische Möglichkeiten der Verlustminderung. Unberücksichtigt bleibt oft, daß die knappe Hälfte der Exkremente bei Weidehaltung auf dem Grünland anfällt und dabei natürlicherweise, z. T. unvermeidbar, sehr große Verluste entstehen. Unter der Voraussetzung eines sorgfältigen Um-

gangs mit der Gülle sind Verbesserungen im Nährstofftransfer des Gesamtsystems durch Begrenzung der täglichen Aufenthaltsdauer der Tiere auf der Weide und durch Verkürzung der Weideperiode erreichbar.

Die Effizienz des Nährstofftransfers vom Boden zum Pflanzenbestand (**Komponente: Boden/Pflanze**) hängt vor allem vom Düngungsniveau und vom Viehbesatz ab. Entsprechend der Ertragsfunktion der Pflanzennährstoffe kann bei Reduktion von beiden fast immer mit besserer Verwertung der Nährstoffe gerechnet werden. Die Ausnutzung natürlicher Regulationsmechanismen für die Abstimmung zwischen N-Input und N-Bedarf, wie sie bei weitgehend ungedüngten Weißklee/Gras-Beständen wirksam sind, ermöglicht zusätzliche Verbesserungen. Das Vermeiden des Grünlandumbruches, mit seinem generellen Risiko der Freisetzung unverwertbar großer N-Mengen durch Mineralisierung und die Begrünung von Ackerflächen zwischen Ernte und Bestellung der Nachfrucht, um im Boden verbliebenen Stickstoff vor der Auswaschung zu bewahren, bieten weitere Möglichkeiten.

Zum Nährstoffkreislauf gehört schließlich aber auch, was oft vergessen wird, das erntbare Grundfutter und sein Schicksal (**Komponente: Grundfutter**). Die Effizienz des Nährstofftransfers vom gewachsenen Pflanzenbestand zum tatsächlich verzehrten Futter hängt von der Höhe der Weide- und Konservierungsverluste ab. Wer viel Futter durch unzweckmäßiges Weidemanagement und unzulängliche Konservierung verschenkt, bei dem durchläuft dieser Anteil der Pflanzennährstoffe erneut einen Kreislauf mit seinen nur z. T. vermeidbaren Verlusten.

4. Problemlösungen

Nach einer Analyse des Systems und der Auswahl der Möglichkeiten zur Beeinflussung der Nährstoffbilanzen unter den Gegebenheiten des jeweiligen Betriebes sollten die Auswirkungen auf die Nährstoffüberschüsse modellmäßig getestet und gegebenenfalls durch weitere Modifikationen optimiert werden. Derartige Studien haben zu zwei unterschiedlichen Grundkonzepten geführt. Beide stimmen darin überein, daß hohe tierindividuelle Leistungen als Voraussetzung für die Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe unverzichtbar sind, sie unterscheiden sich aber in der angestrebten Flächenproduktivität.

Ein weiterhin ziemlich intensives Konzept wird in den Niederlanden favorisiert. Es geht von der Voraussetzung aus, die gegenwärtige, dort außerordentlich hohe Milchproduktion pro Hektar (13 - 14 t FCM/ha) beizubehalten. Überraschenderweise hat sich gezeigt, daß sich die Nährstoffüberschüsse selbst bei sehr hoher Flächenproduktivität erheblich reduzieren lassen, wenn das Betriebsmanagement darauf ausgerichtet wird.

In Tabelle 1 werden die Erwartungswerte für zwei verbesserte Wirtschaftssysteme (System II und III) dem herkömmlichen System gegenübergestellt. Dieses Konzept wird gegenwärtig in Versuchsbetrieben praktisch erprobt. Erste Ergebnisse liegen vor und bestätigen prinzipiell die Erwartungen. Der N-Überschuß soll von fast 500 auf unter 200 kg N/ha LF und von fast 40 auf unter 15 kg N/t Milch gesenkt werden können.

Tabelle 1
Erwartete Reduzierung der Nährstoffüberschüsse
eines niederländischen Milchviehbetriebs auf
Sandboden
(Aarts et al. 1992, Biewinga et al. 1992)

	Situation	Verbesserungen	
		System II	System III
Überschuß pro Flächeneinheit, kg/ha			
N	477	191	122
P	31	0	0
Überschuß pro Einheit Produkt, kg/t Milch			
N	36	14	9
P	2	0	0

Ohne den ganzen Komplex von aufeinander abgestimmten Einzelmaßnahmen dieser Systemlösungen erörtern zu können, bleibt festzuhalten, welche die entscheidenden Faktoren sind, auf die diese deutlichen Verbesserungen zurückgehen. Neben baulichen und maschinentechnischen Maßnahmen zur Senkung der N-Verluste bei den tierischen Exkrementen aus der Stallhaltung sind das vor allem:

- eine drastische Steigerung der Milchleistung pro Kuh,
- die Verkleinerung des Jungviehbestandes,
- die Verfütterung größerer Rationsanteile Maissilage, auch im Sommer,
- die Verkürzung des Aufenthaltes der Kühe auf der Weide und
- ein möglichst hoher Selbstversorgungsgrad mit Futter, d. h. weitestehende Eigenerzeugung des Kraftfutters.

Nachteile dieses Konzeptes sind eine wesentliche Ausdehnung der Anbaufläche für Mais, sehr einseitige Fruchtfolgen und die praktisch ausschließliche Orientierung auf den Feldgrasbau mit periodischem Umbruch der Grasnarbe statt einer vorrangigen Nutzung von Dauergrünland. Vor allem

ist aber fraglich, ob die Beibehaltung des sehr hohen Niveaus der Flächenproduktivität zweckmäßig ist, wenn andererseits mit der zunehmenden Rückführung des Umfangs der Agrarproduktion in Europa große Flächenanteile, insbesondere des Grünlandes, aus der Nutzung ausscheiden und zur Erhaltung der Kulturlandschaft nur mit erheblichen Subventionen gepflegt werden können.

Wir sollten stattdessen ein **extensives Konzept** bevorzugen, das bewußt auf höchste Flächenproduktivität verzichtet und möglichst viel Dauergrünland einbezieht, um die Kulturlandschaft durch dessen produktive Nutzung zu erhalten.

Was die Sommerfütterung betrifft, so haben Versuche in mehreren Ländern die Vorzüge weitgehend ungedüngter Weiden mit hohem Weißkleeanteil bewiesen. Die Erträge waren zwar wesentlich geringer und erforderten mehr Weidefläche. Aber bei zweckmäßigem Weidemanagement ließ sich auf solchem Grünland die Leistung pro Tier auf hohem Niveau halten oder im Vergleich zu reichlich gedüngten Weiden sogar steigern. Und obwohl das Weidefutter infolge des hohen Weißkleeanteils einen großen Rohproteinüberschuß aufwies und in den Versuchen keine Ausgleichsfütterung, etwa durch Maissilage oder eiweißarmes Kraftfutter, stattfand, war die N-Verwertung des Gesamtsystems gravierend verbessert (Tab. 2). Die Ursachen dieser Verbesserung sind demnach nicht in der Komponente "Futter/Tierbestand", sondern in der Komponente "Boden/Pflanze" zu suchen. Bei ungedüngten Weiden gelangen die Exkremente auf eine mit N unterversorgte Grasnarbe und haben deshalb einen beachtlichen Düngungseffekt. Ein Teil des Stickstoffs zyklert also innerhalb des Weidesystems. Dieser interne Kreislauf vollzieht sich zudem infolge einer biologischen Selbstregulierung, nämlich durch die Anpassung der N-Fixierungsleistung des Weißklee an den zeitlichen und örtlichen N-Bedarf der Pflanzen, mit geringeren Verlusten.

Tabelle 2

In Weideversuchen mit Milchkühen (Mähstandweide, 6 Jahre) und Jungrindern (Standweide, 9 Jahre)
nachgewiesene Reduzierung der Stickstoffüberschüsse
(Ernst u. Heiting 1991, Weißbach u. Ernst 1994)

	Milchkühe		Jungrinder	
	intensiv	extensiv	intensiv	extensiv
Überschuß pro Flächeneinheit				
kg N/ha	328	111	398	172
Überschuß pro Einheit Produkt				
kg N/t FCM	23	13	-	-
kg N/dt LM	-	-	58	34

Für die Winterfütterung und den gesamtbetrieblichen Stoffkreislauf sollten, so weit sie sich sinnvoll einpassen lassen, Maßnahmen aus dem niederländischen Konzept übernommen und integriert werden. Sorgfältiger Umgang mit der Gülle und ihre sachgerechte Einbeziehung in die Düngungsplanung, Steigerung der Milchleistung und der Nutzungsdauer der Kühe, Begrenzung der täglichen Weidezeit, Ausgleichsfütterung über Maissilage und vor allem ein hoher Selbstversorgungsgrad mit Kraftfutter gehören dazu.

Im ganzen läuft ein solches Konzept auf eine Rückkehr zum integrierten **Gemischtbetrieb** hinaus, bei dem

- extensive, aber dennoch qualitätsorientierte Bewirtschaftung von Dauergrünland
 - intensiver, aber umweltverträglich gestalteter Feldfutterbau und
 - weitestgehende Eigenerzeugung des Kraftfutters
- miteinander kombiniert sind.

5. Ausblick

Die neuen Rahmenbedingungen, die insbesondere durch die EU-Agrarreform geschaffen worden sind und an die sich die Landwirtschaft anpassen muß, werden einschneidende Veränderungen unserer Agrarwirtschaft erzwingen. Die Herausbildung wettbewerbsfähiger Betriebe wird zumindest im Vollerwerb zu größeren Einheiten führen. Die Frage ist aber, wie diese strukturiert werden sollten, um auch dem Anspruch auf Umweltverträglichkeit gerecht zu werden. Die bevorstehende Entwicklung kann nämlich auch zu ökologisch unerwünschten Reaktionen der landwirtschaftlichen Unternehmen führen. Risiken bestehen z. B. im Hinblick auf weitere Nutzungsaufgabe von Grünland, übermäßige Ausdehnung des Maisanbaus, Vernachlässigung der Grundfutterqualität und der Grundfutterleistung, verstärkter Einsatz von billigem Kraftfutter und Verlagerung der Milchproduktion auf Ackerstandorte. Zugleich bietet diese Entwicklung aber auch Chancen, und zwar für eine Rückkehr zu umweltgerechteren Wirtschaftsformen. Dafür fehlen jedoch bisher Leitbilder. Zielorientierung eines Leitbildes für Futterbaubetriebe könnte es sein, Betriebsstruktur und -management nicht nur auf nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit, sondern auch auf geringsten Überschuß an Pflanzennährstoffen auszurichten, und das ist am ehesten im Gemischtbetrieb zu erreichen.

Quellennachweis:

- Aarts, H.F.M., E.E. Biewinga & H. van Keulen (1992): Dairy farming systems based on efficient nutrient management. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 40, 285-299
- Biewinga, E.E., H.F.M. Aarts & R.A. Donker (1992): Melkveehouderij bij stringente milieunormen. CABO-DLO verslag, Wageningen, 162, 1-228
- Ernst, P. & N. Heiting (1991): Alternative Weide hält mit. *Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe*, 148 (26, Ausgabe A), 36-37
- Köster, W., K. Severin, D. Möhring & H.D. Ziebel (1988): Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumbilanzen landwirtschaftlich genutzter Böden in der Bundesrepublik Deutschland von 1950 - 1986. *LUFÄ Hameln*, 1-162
- Weißbach, F. & P. Ernst (1994): Nutrient budgets and farm management to reduce nutrient emissions. In: L. 't Mannelje & J. Frame (Herausg.): *Grassland and Society. Proceedings of the 15th General Meeting of the European Grassland Federation*, June 6-9, 1994 in Wageningen, 343-360

Milchproduktion auf extensiv bewirtschaftetem Grünland?

Dr. R. Priebe, Dr. P. Zube, Prof. Dr. habil. G. Weise*)

Wirtschaftspolitische Interessen einerseits, der Wunsch nach Erhaltung der Kulturlandschaft andererseits, haben die extensive Grünlandbewirtschaftung wesentlich ausgedehnt. Allein durch Mutterkühe oder auch andere Tierarten kann das zur Disposition stehende Grünland aber nicht sinnvoll verwertet werden. Es erhebt sich die Frage, ob extensiv bewirtschaftetes Grünland auch für die Nutzung durch Milchkühe geeignet ist.

Erste diesbezügliche Felduntersuchungen haben wir 1992 mit zwei Milchkuhherden auf einem Niedermoorstandort begonnen. Eine Herde weidete - wie bisher üblich - auf intensiv bewirtschafteten Koppeln nach dem Portionsweideverfahren. Die zweite Herde stand auf extensiv bewirtschafteten, d. h. nicht mit mineralischem N gedüngten Koppeln. Hier wurde Umtriebsweide praktiziert.

Im ersten Jahr der Extensivierung gab es hinsichtlich des Milchleistungsverlaufes während der Weideperiode kaum Unterschiede. Die Weidefuttermittelqualität war bei beiden Varianten ähnlich, aber der Weideertrag war auf den extensiv bewirtschafteten Flächen erwartungsgemäß geringer.

Im Jahre 1993 konnten die Untersuchungen mit zwei Jungkuhherden, die in der vorangegangenen Herbst/Winter-Periode gekalbt hatten, in gleicher Weise fortgesetzt werden. Einige Angaben zur Charakteristik der beiden Varianten sind in Tabelle 1 dargestellt.

Die Untersuchungen sind unter Praxisbedingungen durchgeführt worden, d. h. beide Varianten waren den Einflüssen des Arbeitsablaufes und den operativen Entscheidungen des Unternehmens unter-

*) Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft e. V., Gutshof 7, 14641 Paulinenaue

Tabelle 1
Versuchsbedingungen 1993

Merkmale	Intensivherde n = 109	Extensivherde n = 109
N-Düngung (kg N/ha)	130	-
Weidefläche (ha)	57,2	113,8
Koppeln (n)	10	5
Koppelgröße (ha)	5,1 - 7,6	18,1 - 37,6
Besatzstärke (GV/ha)	1,9	0,95
Weideverfahren	Portionsweide	Umtriebsweide

worfen. Beide Herden wurden aber in dem selben Weidekombinat gehalten und in der selben Weidezentrale gemolken. Kraftfutter wurde nicht eingesetzt. Anhand eigener Erhebungen und täglicher Aufzeichnungen der Melker lassen sich erste Aussagen ableiten:

Milchleistung

Die Milchleistung während der Weideperiode war im Mittel bei beiden Herden annähernd gleich (Tabelle 2). Die "Extensivherde" hatte die etwas höhere Milchmengenleistung, aber eine geringere Milchfettkonzentration; nach Umrechnung auf 4 % Fett ergaben sich praktisch keine Unterschiede.

Die höhere Milchmengenleistung und die höhere Eiweißkonzentration der Extensivherde bzw. die höhere Milchfettkonzentration der Intensivherde waren kein Resultat der differenzierten Weidebewirtschaftung, denn diese Differenzen traten schon in der vorangegangenen Winterperiode auf. Der Milchabfall von Mai bis August war bei der Extensivherde um 0,3 kg geringfügig größer, in dieser Größenordnung aber wohl eher unbedeutend.

Leider konnten die Herden nur bis August verglichen werden. Verbunden mit dem Trockenstellen größerer Kuhgruppen wurden die noch laktierenden Kühe beider Herden zu einer Herde vereint.

Tabelle 2

Milchleistung (kg/Tier und Tag) sowie Fett- und Eiweißgehalt der Milch (%) von zwei Herden, die auf intensiv bzw. extensiv bewirtschaftetem Grünland weideten

Mo- nat	Melk- ϕ nat.Fett-%	Milch- abfall	Melk- ϕ 4 % Fett	Milch- abfall	Fett- geh.	Eiweiß- gehalt
5	15,4		18,1		4,71	3,29
	16,0		18,2		4,57	3,44
6	12,7		14,6		4,58	3,29
	13,6		14,7		4,32	3,50
7	12,4		13,6		4,41	3,45
	12,0		13,1		4,37	3,62
8	9,9		11,6		4,67	3,50
	10,2		11,4		4,47	3,68
\bar{x}	12,6	-5,5	14,5	-6,5	4,59	3,38
	13,0	-5,8	14,4	-6,8	4,43	3,56

Normaldruck: Intensivherde
Fettddruck: Extensivherde

Ein Vergleich der Laktationsleistungen adäquater Kuhgruppen anhand von Ergebnissen der monatlichen Milchleistungsprüfung bestätigte die während der Weideperiode ermittelten Tendenzen. Bei einem Leistungsniveau von knapp 5000 kg Milch pro Kuh und Jahr hatte die Extensivherde zwar die etwas höhere Milchmengenleistung, aber eine geringere Milchfettkonzentration.

Weideertrag/Weideleistung

Der Futteraufwuchs/ha wurde - was das abgeweidete Futter betrifft - unter Zugrundelegung von Pauschalwerten errechnet. Dabei ist für die Intensivherde mit einem Weiderest von 10 % ein Verbrauch von 70 kg, für die Extensivherde, mit einem Weiderest von 25 % ein Verbrauch von 90 kg Weidefutter/Weidetag unterstellt worden. Auf Mähflächen ist der Aufwuchs durch Probemahd (5 x 2 m²/Koppel) ermittelt worden. Zusammen ergab sich auf der intensiv bewirtschafteten Fläche eine mittlere Produktion von 254 dt FM/ha.

Es sind 18 % Trockensubstanzgehalt unterstellt, das entspricht 45,7 dt TM/ha (Tabelle 3).

Tabelle 3
Weidewirtschaftliche Kenndaten, 1993

	Nutzun- gen (n)	GV/Weide- tage/ha (n)	Futter- produktion (dt FM/ha)	Nettoweide- leistung (MJ NEL/ha)
<u>Intensivherde</u>				
\bar{x}	6	240	254	25096
Maximum	8	499	399	40443
Minimum	4	107	87	9362
<u>Extensivherde</u>				
\bar{x}	6	155	225	18078
Maximum	8	269	313	23497
Minimum	3	50	175	13885

Rel. Ext./Int.		65 %	89 %	72 %

Der Aufwuchs der sogenannten Intensivflächen variierte von 87 bis 399 dt FM/ha. Das war nicht allein auf die differenzierte N-Düngung zurückzuführen. Die im Jahre 1992 auf 21,8 ha angelegten Neuansaatn waren nur stellenweise gelungen und außerdem wurden Teilflächen davon im relativ nassen Sommer 1993 besonders stark in Mitleidenschaft gezogen, so daß sie nur teilweise beweidet werden konnten. Letzteres gilt auch für weitere 13,8 ha.

Der mittlere Aufwuchs der extensiv bewirtschafteten Fläche betrug 225 dt FM/ha bzw. 40,5 dt TM/ha. Das waren im zweiten Jahr der Extensivierung noch 89 % der Bruttoerzeugung der intensiv bewirtschafteten Weidefläche. Die Unterschiede waren hier nicht so extrem.

Die Nettoweideleistung wurde nach den "Überarbeiteten Energiebedarfswerten für die Berechnung der Weideleistung" von WEISSBACH errechnet. Für die Mäherträge wurde die von uns ermittelte Energiekonzentration eingesetzt und 25 % Verluste unterstellt. Danach ergab sich für die intensiv bewirtschaftete Fläche eine Nettoweideleistung von 25096 MJNEL/ha. Im Durchschnitt aller extensiv bewirtschafteten Koppeln war die Nettoleistung mit 18078 MJNEL/ha um 28 % geringer.

Weidefutterqualität

Die Weidefutterqualität wurde ermittelt, indem vor jeder Nutzung eine Probe zur Analyse geschnitten wurde (Tabelle 4).

Tabelle 4

Weidequalität im Mittel der Aufwüchse

	RF %	RP %	EK EFr/kg TS	NEL MJ/kg TS
<u>Intensivweide</u>				
\bar{x}	25,2	20,1	574	6,46
Maximum	26,4	25,0	587	6,61
Minimum	23,7	14,7	563	6,30
<u>Extensivweide</u>				
\bar{x}	26,0	18,7	565	6,32
Maximum	27,8	20,9	581	6,50
Minimum	24,9	15,5	548	6,10

Gravierende Unterschiede zwischen den beiden Varianten sind nicht erwartet worden, zumal eine eventuelle Umschichtung des Pflanzenbestandes in nur zwei Jahren nicht zu erwarten ist.

Obwohl das Weidefutter fast durchgängig in jungem Stadium abgeweidet wurde - was die häufigen Nutzungen belegen - war der Rohfasergehalt relativ hoch. Das könnte aber durch die Methode der Probenahme mit der Rasenkantenschere bedingt sein. Man darf wohl

annehmen, daß das von den Tieren tatsächlich aufgenommene Futter bessere Qualität war. Die Mineralstoffgehalte sind, bis auf Natrium, im Mittel ähnlich, von Koppel zu Koppel zeigen sie jedoch relativ große Unterschiede.

Im Rahmen von Untersuchungen zum N-Austrag unter Grünlandflächen sind die Weiden auch diesbezüglich untersucht worden (Tabelle 5). Der $\text{NO}_3\text{-N}$ -Austrag in die ungesättigte Zone war bei beiden Varianten gering, die Unterschiede nicht gravierend. Es zeigt sich aber, daß eine hohe punktuelle Belastung unter dem Vorwarte Hof gegeben ist.

Tabelle 5

Stickstoffaustrag unter differenziert bewirtschafteten Grünlandflächen (Mittelwerte)

Prüfglied	ungesättigte Zone (m)	$\text{NO}_3\text{-N}$ (kg/ha)
Extensivweide	1,0	0
Intensivweide	3,0	11
Vorwarte Hof	2,5	577

Vegetationskundliche Beobachtungen zu Auswirkungen der Extensivierung auf das Artengefüge begleiten unsere Untersuchungen.

Abschließend kann gesagt werden, daß sich bei dem Leistungsniveau von knapp 5000 kg Milch/Kuh und Jahr und bei konzentrierter Herbst-Winter-Kalbung bisher noch kein Einfluß der Bewirtschaftungsintensität des Grünlandes auf die Leistungshöhe ableiten läßt. Das Weglassen der mineralischen N-Düngung führte zwar zu Ertragseinbußen, aber die intensive Nutzung, d. h. eine hohe Nutzungsfrequenz, hatte bisher keine Verschlechterung der Weidefuttermittelqualität zur Folge.

Ansätze zur Wiederherstellung von Dauergrünland in Sachsen

Heinrich Olschewski und Gerhard Riehl*

1. Problematik

Art und Intensität der Nutzung üben einen starken Einfluß auf die floristische Vielfalt des Grünlandes aus. Als Folge großflächiger Meliorationen, periodischer Erneuerung der Pflanzenbestände, ausgeprägter Weidenutzung und starker Orientierung auf hohe Futtererträge sind heute artenarme und labile Grasnarben auf einem großen Teil des sächsischen Grünlandes zu verzeichnen.

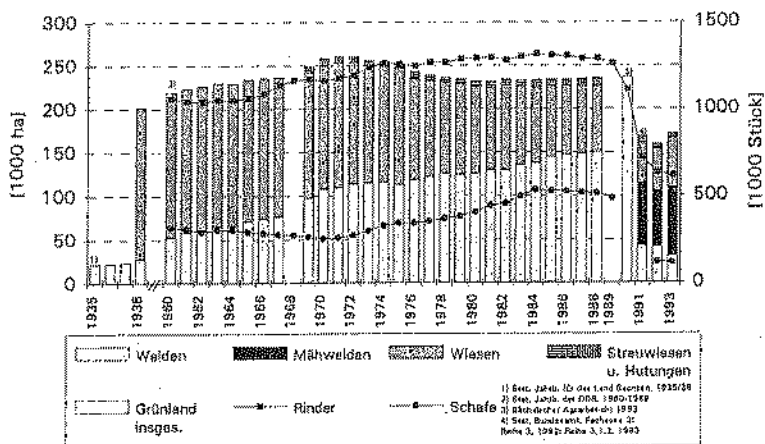


Abb. 1: Entwicklung der Grünlandfläche und Tierbestände in Sachsen

Seit 1960 hat im Zuge der Änderung der Betriebsstrukturen die Weidenutzung eine starke Ausdehnung erfahren (Abb. 1). Nach 1989 hat die Grünlandfläche aufgrund des rapiden Rückgangs der Rinder- und Schafbestände erheblich abgenommen.

Nunmehr soll dieses Ansaatgrünland mittels unterschiedlicher Nutzungssysteme wieder in standorttypisches Dauergrünland

überführt werden. Für Leistungen zur Anlage und Wiederherstellung von Dauergrünland erhalten die Landwirte im Rahmen des Sächsischen Kulturlandschaftsprogrammes (KULAP) entsprechende Förderungen. Unter den heutigen Rahmenbedingungen besteht kein Bedarf für eine flächendeckende intensive Nutzung in Form von Ansaatgrünland.

Eine Erhebung von 1987 zeigt die starke Ausprägung von Ansaatgrünland und die damit verbundenen Probleme der Narbenzusammensetzung (Tab. 1). Die aufgeführten potentiellen "Vegetationstypen" beruhen nicht auf vegetationskundlichen Kartierungen, sondern auf der Kombination verschiedener Erhebungen zum Pflanzenbestand und dem Standort.

Zur Wiederherstellung von Dauergrünland wurden mehrere Versuche mit der Zielstellung angelegt, für sächsische Standortbedingungen praxisrelevante und wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse zu gewinnen.

* Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland, Referat Grünland, Schönecker Str. 3, 08606 Oelsnitz

Tab. 1: Potentielle "Vegetationstypen" des sächsischen Grünlandes (Grünlandbonitur 1987)

Grünlandvegetationstyp	Bezugsfläche	ha	Relativ
		195 205	100
Ansaatgrünland	gesamt	121 514	62
• artenreiche Bestände		29 525	
• artenarme Bestände		59 280	}44
• Konkurrenzstarke Kräuter vorherrschend		26 705	
• sonstige Ansaaten		6 004	
Dauergrünland	gesamt	66 472	34
• Fettwiesen u. -weiden		14 753	8
• Magerwiesen		2 198	1
• Magerweiden		7 171	4
• Konkurrenzstarke Kräuter vorherrschend		12 424	6
• Feucht- und Naßwiesen		7 655	4
• sonstiges Dauergrünland		22 271	11
Halbtrockenrasen	gesamt	7 219	4

2. Versuchsanstellung

2.1 Versuchsstandorte

Die zur Frage der Wiederherstellung von Dauergrünland angelegten Versuche sind in Tabelle 2 beschrieben.

Tab. 2: Versuchsstandorte

Versuch	Standort	Naturraum	Höhenlage [m ü. NN]	Ø Jahres- temp. [° C]	Ø jährl. Niederschläge [mm]	Bodentyp
901	Königswartha	Oberlausitzer Heide- und Teichgebiet	140	8,2	640	rostfärbener Waldboden
201	Gopplasgrün	Vogtland	630	5,8	860	Berglehm-Braunerde
108	Lauterbach	Mittelerzgebirge	650	6,6	735	terrestrische Sauerbraunerde

Vers.	Anlagejahr	Ausgangsbestand
901	1993	mehrfährig ungenutztes Grünland
201	1992	Altnarbe (1987 angelegtes Saatgrünland mit Rotkleeanteil) + Nachsaat (Sächs. Qualitäts-Saatmischung G1/2N ¹)
108	1990	Neuansaat mit standortgerechter Sächs. Qualitäts-Saatmischung G 5 ²)

1) G1/2N:	Glatthafer	2,4 kg/ha	2) G5:	Wiesenschwingel (BENFESTA)	15 kg/ha
	Rotschwingel	1,6 kg/ha		Dt. Weidelgras (MAPENTA/MANETA)	2 kg/ha
	Wiesenschwingel	10,0 kg/ha		Wiesenrispe (BERBI)	4 kg/ha
	Dt. Weidelgras	4,0 kg/ha		Wiesenslieschgras (MOTTERWITZER)	3 kg/ha
	Wiesenslieschgras	1,0 kg/ha		Weißklee (ZERNO)	2 kg/ha
	Weißklee	1,0 kg/ha		total	26 kg/ha
	total	20,0 kg/ha			

Die Auswirkungen unterschiedlicher Nutzungsintensitäten sollen auf dem ostsächsischen Standort **Königswartha** auf einem mehrere Jahre nicht mehr genutzten Grünlandbestand untersucht werden. Auf dem südwestsächsischen Standort **Gopplasgrün** liegt der Versuch auf einem 1987 begründeten Saatgrünland, auf dem 1992 in einer Variante nochmals nachgesät wurde. Auf dem Versuchsfeld **Lauterbach** werden die Untersuchungen auf einer 1990 angelegten Ansaat durchgeführt.

Die Versuche wurden 1990 bis 1993 als Block- bzw. Spaltanlage mit vierfacher Wiederholung angelegt.

2.2 Versuchsfaktoren

2.2.1 Standort **Königswartha** (Versuch 901)

Faktor: **Bewirtschaftungssystem** (Schnitthäufigkeit und Düngung)

Faktorstufe	Schnitthäufigkeit	Termin der 1. Nutzung	N-Düngermenge	N-Düngerverteilung	Grunddüngung
1	4x	20. Woche	180 kg N/ha	60/60/60	PK
2	3x	22. Woche	120 kg N/ha	60/60/-	PK
3	2x	24. Woche	60 kg N/ha	60/-	PK
4	2x	26. Woche	-	-	PK
5	1x	31. Woche	-	-	-
6	1x	41. Woche	-	-	-

2.2.2 Standort **Gopplasgrün** (Versuch 201)

Faktor I: **Ausgangspflanzenbestand**

Vorhandene Altnarbe (10):

Unveränderte Eingliederung eines Saatgrünlandbestandes von 1987 mit vorhandenem Rotkleeanteil.

Vorhandene Altnarbe + Nachsaat (20):

Durchsaat in die Altnarbe mit der Sächsischen Qualitäts-Saatmischung G1/2N zuzüglich Rotschwingel und Glatthafer nach vorangehendem Eggen sowie anschließendem Walzen der Saat.

Faktor II: **Bewirtschaftung**

Stufe	Schnitthäufigkeit	Termin der 1. Nutzung	N-Düngermenge	N-Düngerverteilung	Grunddüngung
01	4x	20. Woche	180 kg N/ha	60/60/60	PK
02	3x	23. Woche	120 kg N/ha	60/60	PK
03	2x	25. Woche	60 kg N/ha	60	PK
04	2x	28. Woche	-	-	PK
05	1x	31. Woche	-	-	-
06	1x	40. Woche	-	-	-

2.2.3 Standort **Lauterbach** (Versuch 108)

Faktor I: **Schnitthäufigkeit und -beginn**

Stufe	Schnitthäufigkeit	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt	4. Schnitt
10	4 x	zur Siloreife	Ende Juni	Anfang Aug.	Anfang Okt.
20	3 x	Mitte Juni	Ende Juli	Ende Sept.	
30	2 x	Ende Juni	Mitte Sept.		
40	2 x	Mitte Juli	Ende Sept.		

Faktor II: **Düngung**

1	ohne Düngung	N ₂ : 200 kg N/ha (60/60/40/40)	für Faktor I, Stufe 10
2	P / K	150 kg N/ha (50/50/50)	für Faktor I, Stufe 20
3	P / K + 100 kg N/ha	100 kg N/ha (60/40)	für Faktor I, Stufe 30
4	P / K + N ₂	50 kg N/ha (50/-)	für Faktor I, Stufe 40

Die Grunddüngung (P/K) erfolgt bei allen drei Versuchen entzugsgerecht.

3. Ergebnisse

3.1 Veränderungen im Pflanzenbestand

Ein Hauptmerkmal des Dauergrünlandes ist die langlebige Grasnarbe. Folglich wird der Entwicklung des Pflanzenbestandes besondere Bedeutung beigemessen.

3.1.1 Standort **Königwartha** (mehrjährig ungenutztes Grünland)

Auf diesem nordostsächsischen Standort sollten nach HUNDT (1976) floristisch verarmte Glatthaferwiesen und Straußgraswiesen vorkommen.

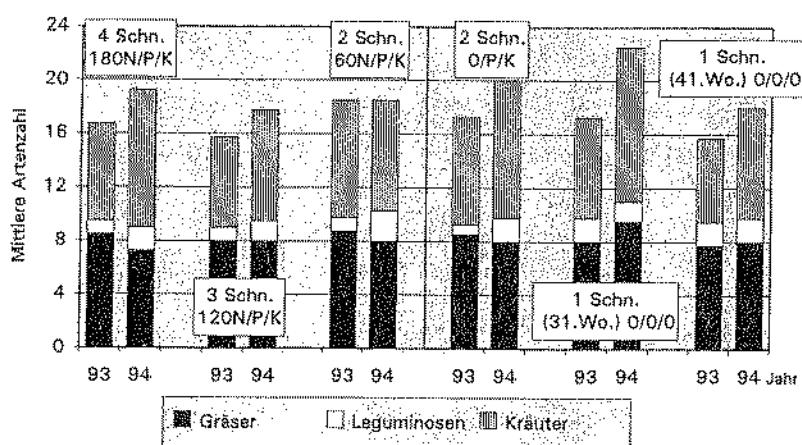


Abb. 2: Entwicklung der mittleren Artenzahlen in den Jahren 1993 und 1994 auf mehrjährig ungenutztem Grünland

Abbildung 2 zeigt, daß zu Versuchsbeginn 15 bis 22 Arten, davon etwa die Hälfte Gräser, gefunden wurden. Gesicherte Veränderungen in der Artenzahl sind aufgrund der erst zweijährigen Versuchsdauer noch nicht festzustellen, wemgleich es Verschiebungen innerhalb der Arten gibt.

Den Bestandsaufnahmen in Abb. 3 ist aber zu entnehmen, daß mit dem deutlichen Vorkommen von *Arrhenatherum elatius* und *Alopecurus pratensis* sich erste "Zeiger" der standortgerechten feuchten Glatthaferwiese etabliert haben. Ein Einfluß der unterschiedlichen Nutzungsvarianten ist noch nicht zu erkennen.

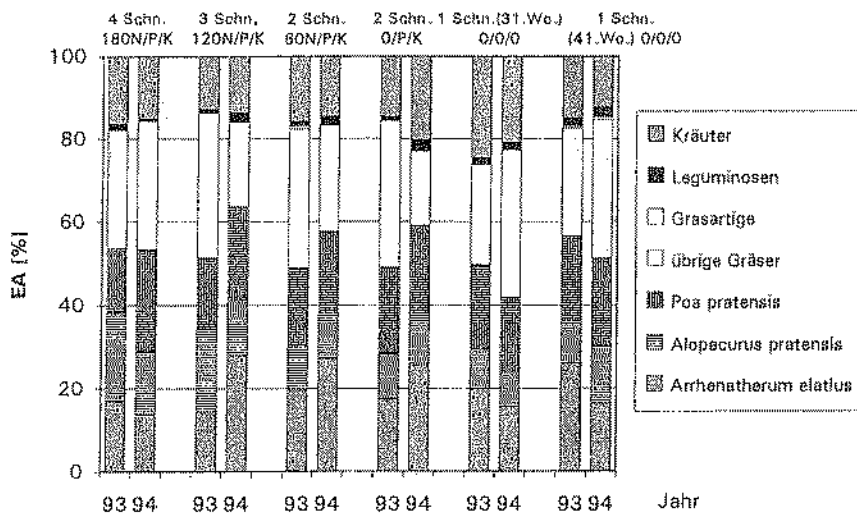
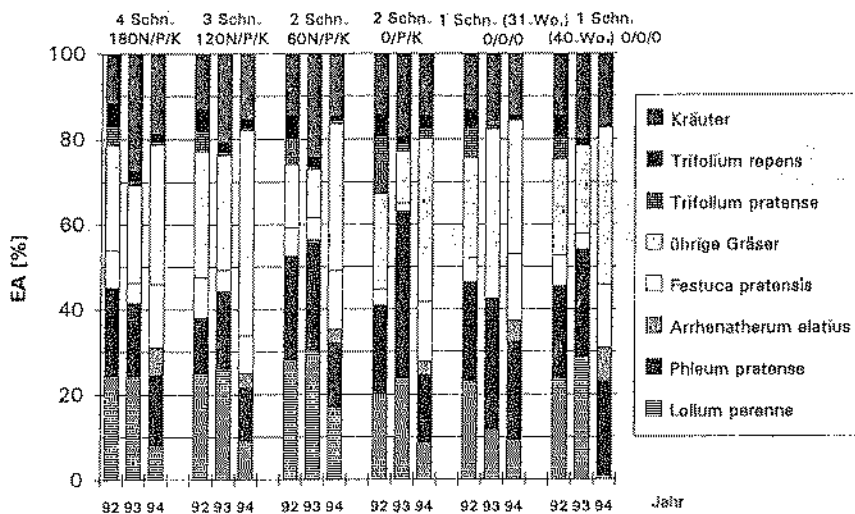


Abb. 3: Veränderung der mittleren Ertragsanteile (EA) in den Jahren 1993 und 1994 auf mehrjährig ungenutztem Grünland

3.1.2 Standort **Gopplasgrün** (Altnarbe + Nachsaat)

Das 1987 angelegte Saatgrünland mit Nachsaat weist ähnlich hohe Artenzahlen auf.

Die Nachsaat von 1992 spiegelt sich in den Aufnahmen wider, wobei sich *Phleum pratense* unter allen Nutzungsvarianten sofort gut durchsetzen konnte (Abb. 4). *Arrhenatherum elatius* dagegen weist erst im



dritten Untersuchungsjahr nennenswerte Ertragsanteile auf.

Abb. 4: Veränderung der mittleren Ertragsanteile (EA) in den Jahren 1992 bis 1994 auf 1987 angelegtem Saatgrünland mit Nachsaat

Neben der Entwicklung der Artenzahlen ist für Dauergrünland die Lebensdauer der vorkommenden Arten von Bedeutung. Wünschenswert ist eine Zunahme mehrjähriger und ausdauernder Arten, während der Anteil kurzlebiger oder einjähriger möglichst niedrig sein sollte.

Ein Hinweis auf die Umschichtung innerhalb des Pflanzenbestandes und Veränderung des Anteils von Lebensformen kann aus Abbildung 5 abgeleitet werden. So verringerte sich z. B. in der Variante mit 3 Schnitten der Anteil der Therophyten an der mittleren Artenzahl um die Hälfte auf nunmehr 14 %.

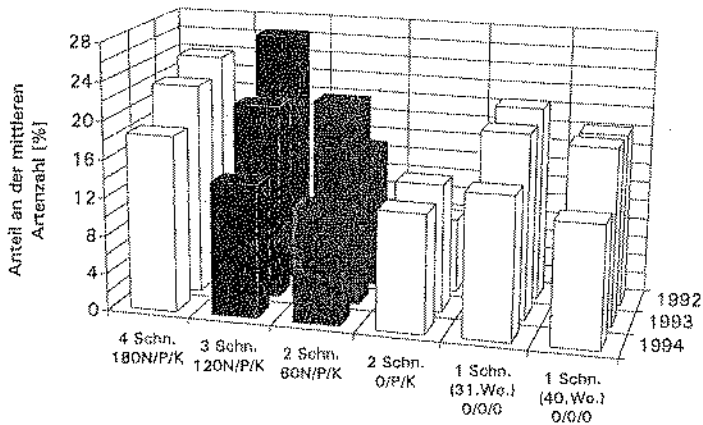


Abb. 5: Veränderung des Anteils der Theophyten in den Jahren 1992 bis 1994 auf 1987 angelegtem Saatgrünland mit Nachsaat

3.1.3 Standort Lauterbach (Neuansaat)

Die Ansaatmischung aus 4 Grasarten und Weißklee hat nach drei Jahren eine Verdreifachung der Artenzahl erfahren, wobei die Zunahme der Kräuter mit derzeit fast 50 % Anteil am stärksten war (Abb. 6).

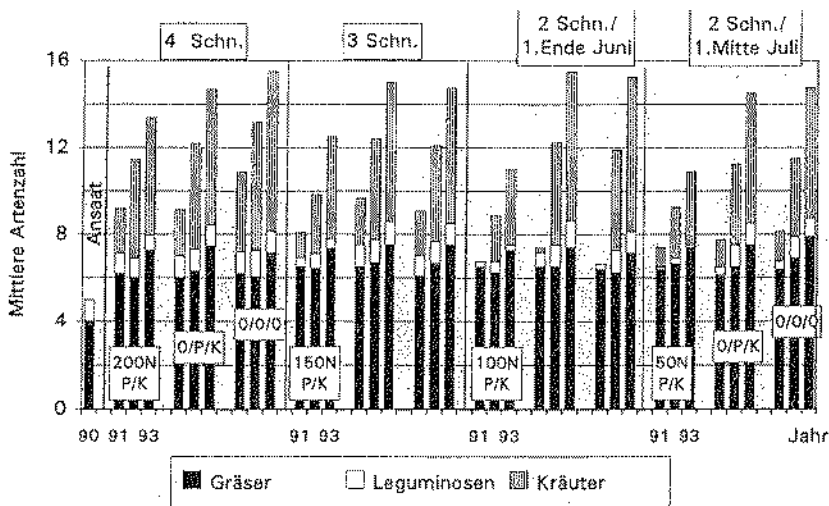


Abb. 6: Entwicklung der mittleren Artenzahlen in den Jahren 1990 bis 1993 auf einer Neuansaat

200N/P/K gedüngten Parzellen waren vor allem *Ranunculus repens*, *Alchemilla monticola* und *Veronica arvensis* an der weiteren Zunahme der Artenzahl beteiligt. Auf den mit P/K oder nicht gedüngten Parzellen wurden dagegen auch Arten wie *Leontodon autumnalis*, *Campanula patula* und *Viola tricolor* häufiger gefunden.

In den zweimal jährlich (1. Schnitt Ende Juni) genutzten und von Gräsern dominierten Parzellen (80 % Ertragsanteil und mehr) waren 1991 keine oder nur vereinzelt Kräuter vorhanden. Erst 1992 und 1993 kam es hier zu einem deutlichen Anstieg, wobei die Zunahme auf der mit Stickstoff gedüngten Variante tendenziell geringer war.

Das Artenspektrum der 1991 gefundenen Kräuter war auf den viermal geschnittenen Parzellen unabhängig von der Düngung noch relativ einheitlich (z. B. *Taraxacum officinale*, *Cerastium holosteoides*, *Rumex crispus*, *Rumex obtusifolius*, *Plantago major*).

1993 ist dagegen bereits eine gewisse Differenzierung zu erkennen. Auf den viermal geschnittenen und mit

Die Ertragsanteilschätzung (KLAPP/STÄHLIN), die bei diesem Versuch für jeden Schnitt durchgeführt wird (Abb. 7), zeigt bei der Variante mit 4 Schnitten deutlich, daß der Anteil von *Trifolium repens* und

der der hauptbestandsbildenden Grasarten deutlich vom Düngungsregime bestimmt wird. Außerdem ist erkennbar, daß *Lolium perenne* für diesen Standort weniger gut geeignet ist.

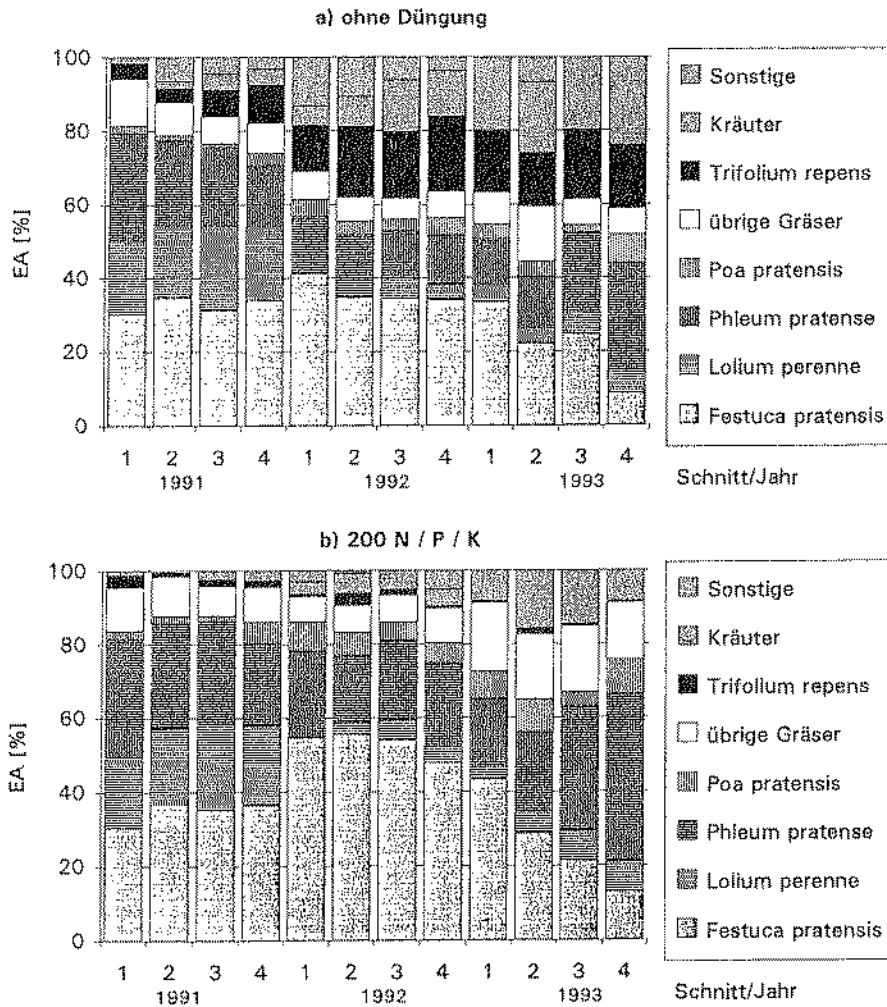


Abb. 7: Veränderung der mittleren Ertragsanteile (EA) in den Jahren 1991 bis 1993 auf einer Neuansaat bei Vierschnittnutzung a) ohne und b) mit Düngung (200 N / P / K)

3.2 Trockenmasseerträge

Trockenmasseerträge sind nicht immer mit Futtererträgen gleichzusetzen. In vielen Grünlandregionen Sachsens können die Aufwüchse künftig nicht mehr durch das Tier verwertet werden, sondern sie müssen bis zur Entwicklung neuer Nutzungsverfahren zur Offenhaltung der Landschaft abgeschöpft werden. Dazu sind möglichst genaue Vorstellungen von den zu verbringenden Biomassen erforderlich.

Die im Untersuchungszeitraum auf dem Standort Lauterbach ermittelten Trockenmasseerträge sind in Abbildung 8 dargestellt.

Bei Vierschnittnutzung und mineralischer Düngung (200N/P/K) wurden im Mittel der drei Jahre 99,7 dt TM/ha geerntet. Das Weglassen der Düngung bewirkte einen erheblichen Ertragsrückgang auf durchschnittlich 47,1 dt TM/ha, wobei bereits im ersten Nutzungsjahr der Ertrag nur noch halb so hoch war wie in der gedüngten Variante. Dieser Abfall beruht aber nicht allein auf einem geringen Nachlieferungsvermögen des Bodens, sondern es muß berücksichtigt werden, daß es sich um eine Ansaat handelt.

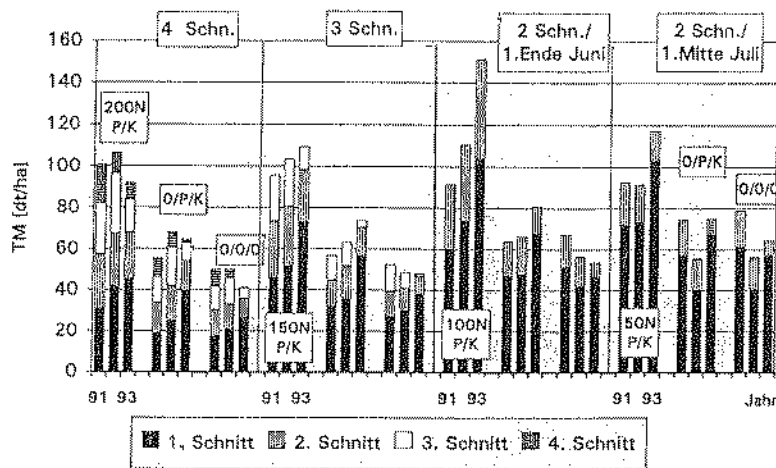


Abb. 8: Trockenmasseerträge (TM) in den Jahren 1991 bis 1993 auf einer Neuansaat

eine Ertragssteigerung um etwa 10 dt/ha, wobei insbesondere der Wert im Jahre 1993 mit 80,9 dt TM/ha herausragt. Auch hier beträgt der Anteil des ersten Schnittes am Gesamtjahresertrag 71 - 84 %.

Bei spätem ersten Schnitt ist der Aufwuchs dieser Ansaat auch ohne Düngung mit durchschnittlich 56 dt TM/ha futterwirtschaftlich nicht brauchbar.

Erst in späteren Jahren werden sich Ansaaten dieser Art zu nutzungselastischeren Beständen entwickeln können und damit futterwirtschaftlich an Bedeutung gewinnen.

3.3 Stickstoffentzug

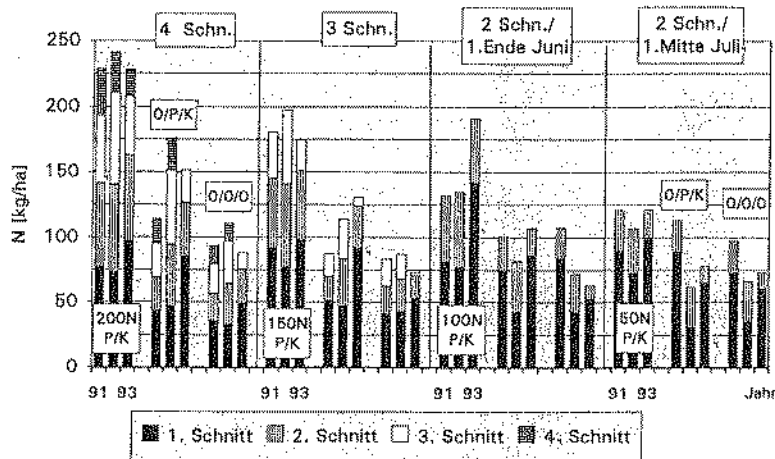


Abb. 9: Stickstoffentzug (N kg/ha) in den Jahren 1991 bis 1993 auf einer Neuansaat

Boden hat bei diesem Ansaatgrünland bisher praktisch keine oder nur geringe Bedeutung.

Dagegen stimmen die allerdings erst einjährigen Zahlen der Darstellung 10 des jahrelang ungenutzten Grünlandes in Königswartha besser mit den Ergebnissen anderer Versuche, z. B. der BAYERISCHEN LANDESANSTALT FÜR BODENKULTUR UND PFLANZENBAU (1993) im Bayerischen Wald, überein.

Der mit durchschnittlich 59,0 dt TM/ha beachtlich hohe Ertrag bei der Zweischnittnutzung ohne Düngung beruht auf dem spätgeschnittenen massenwüchsigen ersten Aufwuchs (74 - 87 % des Gesamtjahresertrages), der in etwa dem Gesamtertrag der Vierschnitt-Variante ohne Düngung entspricht. Die P/K-Düngung bewirkte im Mittel der ersten drei Jahre mit 70,4 dt TM/ha

Angaben zum Entzug von Stickstoff aus dem Ertrag geben Auskunft über die Verwertung des Düngers, die Nachlieferung aus dem Boden und den Futterertrag an Rohprotein. Abbildung 9 zeigt, daß der Standort im Erzgebirge offensichtlich nicht über ein starkes natürliches Stickstoffnachlieferungsvermögen verfügt. Die Entzüge der ersten Jahre liegen nur wenig über der Zuführung. Das Stickstoffangebot aus dem

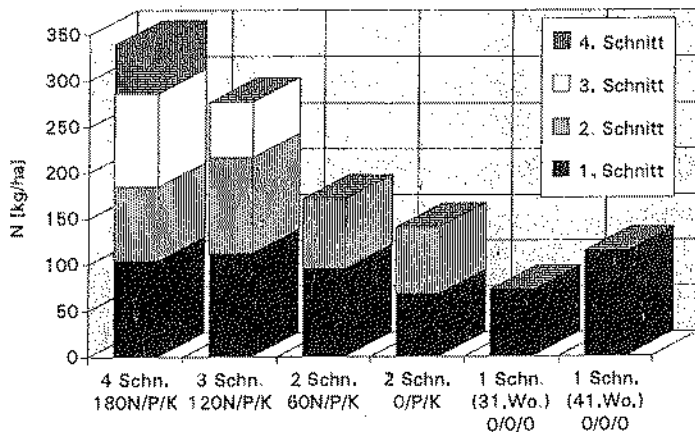


Abb. 10:
Stickstoffentzug (N kg/ha) im
Jahr 1993 auf mehrjährig
ungenutztem Grünland

So betragen z. B. die Entzüge bei Dreischnittnutzung mit 277 kg N/ha mehr als das Doppelte des gedüngten Stickstoffs.

4. Zusammenfassung

Sachsen verfügt über einen geringen Grünlandanteil mit unter 20 % an der LF. 45 % der Fläche sind zudem Ansaatgrünland. Somit ist die Entwicklung von Dauergrünland in den verschiedenen Naturräumen auf absehbare Zeit von besonderem Interesse.

Standorttypisches artenreiches Dauergrünland ist aber nur zu gewinnen, wenn die Bewirtschaftung durch Landwirte auf Dauer gesichert werden kann. Das Sächsische Kulturlandschaftsprogramm schafft dafür günstige Rahmenbedingungen.

Die seit 1990 zu dieser Frage angelegten Dauerversuche lassen ansatzweise erkennen:

- Im Hinblick auf Zusammensetzung sowie Lebensformen der Arten von Pflanzengemeinschaften des Grünlandes können nach den ersten Jahren weder bei Ansaatgrünland noch auf bisher ungenutzten Dauergrünland wesentliche Veränderungen festgestellt werden. Düngungsverzicht und späte erste Nutzung erhöhen nicht zwangsläufig die Artenzahl.
- Die Grünlandnutzung muß darauf ausgerichtet sein, die Erträge futterwirtschaftlich zu verwerten. Bei Düngung mit über 100 kg N sind mindestens drei, ohne N aber mit P und K bzw. bei Düngungsverzicht zwei Nutzungen im Jahr erforderlich.
- Ansaatgrünland, dessen erster Schnitt sehr spät erfolgte, wies um 20 % höhere TM-Erträge auf als entsprechende Dreischnittvarianten. Die Abschöpfung und Verwertung dieser Erträge bereitet Probleme.
- Der Stickstoffentzug des Ansaatgrünlandes liegt nach den bisherigen Ergebnissen nur geringfügig über der Stickstoffdüngung. Wird auf N/P/K verzichtet, sinken die Erträge sofort beträchtlich ab. Das Stickstoffnaehlieferungsvermögen dieser Mittelgebirgsstandorte ist offensichtlich gering.

Literatur:

- HUNDT, R., 1976: Grünlandvegetation. Agraratlas der DDR 14.1.
BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR BODENKULTUR UND PFLANZENBAU (Hrsg.), 1993: Umweltgerechter Pflanzenbau in Bayern. Ergebnisse aus Grünlandversuchen 1993. Dauergrünland. S. 223-255.

Stickstoffaustrag unter beweidetem Grünland bei intensiver und extensiver Bewirtschaftung

H. Hüging , M. Anger , W. Kühbauch *

1. Einleitung

Untersuchungen von verschiedenen Versuchsanstellern zur Problematik von Stickstoffausträgen unter Grünland zeigen, daß gerade die Weidewirtschaft gegenüber der Schnittnutzung als kritischere Form der Grünlandbewirtschaftung eingestuft werden muß (STRATMANN und KÜHBAUCH 1987, ERNST 1990, OPITZ VON BOBERFELD und THEISS 1990, BENKE 1992, HOMM 1994).

Die Versuchsfrage der N-Verlagerung unter Beweidung in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität wurde auf einem niederschlagsreichen Mittelgebirgsstandort untersucht.

2. Material und Methoden

Die Versuchsfläche befindet sich im Bergischen Land auf einer Höhe von ca. 390 m über NN und ist durch eine Braunerde aus Tonschiefer und Grauwacke mit der Bodenart Lehm, einer Jahresmitteltemperatur von 7,1 °C und einem mittleren jährlichen Niederschlag von 1.300 mm geprägt. Die Kenndaten der beiden Versuchsvarianten sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Die Beweidung fand mit Rindern nach dem „put and take-System“ statt.

Tab. 1: Kenndaten der Beweidungsvarianten

	Intensiv	Extensiv
Besatzdichte	durchschnittlich 4 GV / ha	durchschnittlich 2 GV / ha
N-Düngung	250 kg N/ha und Jahr (5x50 kg N/ha)	0 kg N/ha und Jahr
Flächengröße	1,3 ha	2,3 ha
Anzahl der Saugkerzen	49	74

Um den Inhomogenitäten in der Nährstoffrückführung auf Weiden Rechnung zu tragen, wurden zur Erfassung der N-Austräge insgesamt 123 Saugkerzen in einem Raster von 20 x 20 m über

* Institut für Pflanzenbau, Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau, Katzenburgweg 5, D-53115 Bonn

die gesamte Versuchsfläche verteilt eingebaut. Alle Saugkerzen wurden in einer Tiefe von 75 cm unter Flur installiert, wo sich eine relativ gut dränende Bodenschicht befindet. Es kann somit davon ausgegangen werden, daß das in diesem Horizont befindliche Sickerwasser nahezu ausschließlich zur Grundwasserneubildung beiträgt. Die Sickerwasserproben wurden mit einem Unterdruck von 400 hPa im einwöchigen Abstand gewonnen und photometrisch auf Nitrat und Ammonium photometrisch untersucht.

3. Ergebnisse und Diskussion

In den vorliegenden Versuchsjahren 1992 und 1993 zeigt sich, daß bei extensiver Beweidung die TM-Erträge - ermittelt nach der „Weidekorbmethode“ - mit 67 und 64 dt TM/ha 23 bzw. 32 % unter denen der konventionellen Intensivvariante liegen (Abb. 1).

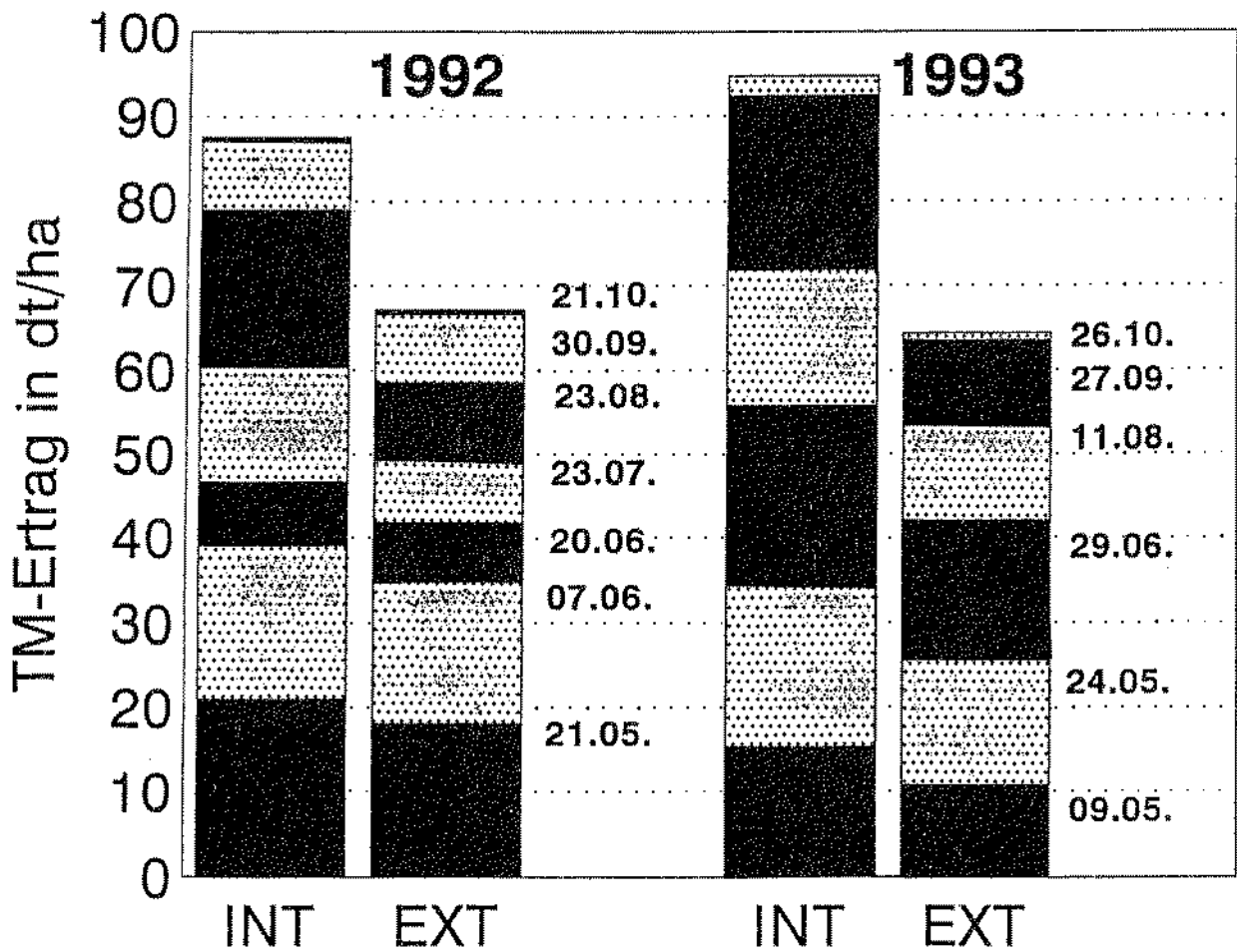


Abb. 1: TM-Erträge der beiden Beweidungsvarianten in den Jahren 1992 und 1993

Der N-Entzug über die Weidetiere spielt für die N-Bilanzierung eine untergeordnete Rolle. Auf der extensiven und intensiven Variante werden entsprechend der Fleischerträge von 200-300 bzw. 400-600 kg/ha und Jahr nur 5 bis 15 kg N/ha entzogen.

Allerdings ergibt die Kalkulation der im Jahr 1993 von den Weidetieren mit dem Aufwuchs aufgenommenen N-Menge auf der Intensivfläche mit 260 kg N/ha und auf der Extensivfläche mit 130 kg N/ha eine deutlichere Differenzierung. Die sich daraus resultierende N-Menge, die als Exkrememente auf der Weide punktuell abgelegt werden, unterscheiden sich damit zwischen den Varianten erheblich.

Während des gesamten vorliegenden Beprobungszeitraumes liegt die als Mittelwert aller Saugkerzen ermittelte NO_3 -Konzentration im Sickerwasser bei intensiver Beweidung erheblich über der der extensiven Variante (Abb. 2). Vom Ausgang der Sickerwasserperiode bis Mitte Oktober 1993 liegt auf der intensiven Variante ein relativ gleichmäßiger Verlauf im Konzentra-

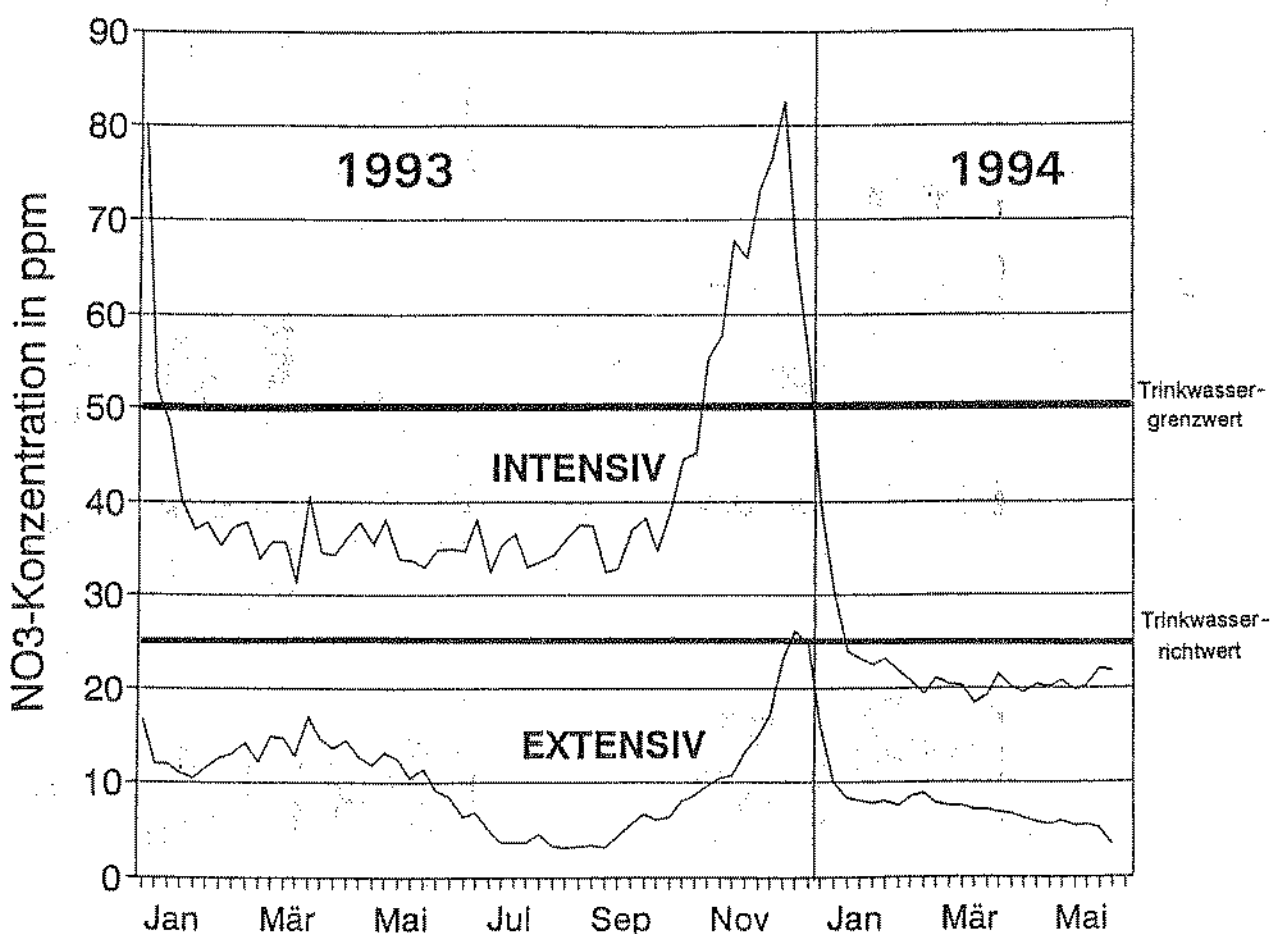


Abb. 2: NO_3 -Konzentrationen im Sickerwasser aller Saugkerzen je Beweidungsvariante

tionsbereich von 35 ppm NO_3 vor. Zu Beginn der Sickerwasserperiode im Oktober steigt die NO_3 -Konzentration bis Mitte Dezember mit 83 ppm NO_3 weit über den Trinkwassergrenzwert von 50 ppm NO_3 an, fällt jedoch, nachdem anscheinend der größte Teil des verlagerbaren Stickstoffs aus dem Pool ausgetragen worden ist, innerhalb von nur 5 Wochen auf unter 20 ppm NO_3 ab. Ein fast paralleler Verlauf der NO_3 -Konzentration ist bei der Extensivvariante zu verzeichnen. Das Niveau liegt deutlich unterhalb der intensiven Variante und übersteigt im Winter 1993/94 an nur einem Termin den Trinkwasserrichtwert von 25 ppm NO_3 . Es liegt daher die Vermutung nahe, daß hier im Sommer der mineralisierte Stickstoff durch das Pflanzenwachstum weitestgehend aufgebraucht wird.

Offenbar ist die 2-3 fach höhere NO_3 -Konzentration im Sickerwasser der Intensivvariante durch die gleichmäßig über die Vegetationsperiode verteilte N-Düngung von 250 kg N/ha und Jahr sowie durch die erhöhte Tierdichte zu erklären. Der damit verbundene verhältnismäßig größere Anteil an Exkrementstellen auf der Intensivvariante hat wie der Vergleich der einzelnen Saugkerzen ergab - eine erheblich größere Streuung auf einem gleichzeitig höherem Niveau zur Folge. Durch eine regelmäßige Bonitur der Grünlandnarbe unmittelbar über der jeweiligen Saugkerze können NO_3 -Peaks auf Geilstellen zurückgeführt werden. Obwohl die Erfassung der NH_4 -Konzentration mittels Saugkerzen kritisch zu beurteilen ist, unterstützen die parallel gemessenen NH_4 -Werte diesen Sachverhalt.

Mit Hilfe der klimatischen Wasserbilanz läßt sich ausgehend von den gemessenen NO_3 -Konzentrationen die Höhe der N-Austräge ableiten. Es wurde davon ausgegangen, daß im Jahr 1993 nach größeren Niederschlagsereignissen der Boden Ende September bis zur Feldkapazität wassergesättigt ist. Die täglich ermittelte klimatische Wasserbilanz, als Differenz zwischen Niederschlag und Evapotranspiration, ist dem Wassergehalt des Bodens gegenübergestellt worden. Die Berechnung der potentiellen Evapotranspiration erfolgte nach der veränderten Formel von HAUDE (1955) und der Funktion des DEUTSCHEN WETTERDIENSTES (1976), so daß die abgeleiteten N-Austräge als Schätzung einzustufen sind (Abb. 3).

Bei der Intensivvariante kann für das dargestellte Winterhalbjahr 1993/94 ein kumulativer N-Austrag von 87 kg/ha berechnet werden. Der erhebliche Anstieg der N-Austräge im Dezember ist auf die sehr hohen Sickerwasserbewegungen und - wie bereits in Abbildung 2 gezeigt - dem gleichzeitig auftretenden Konzentrationsanstieg verbunden. Offenbar wird in diesem Zeitraum der

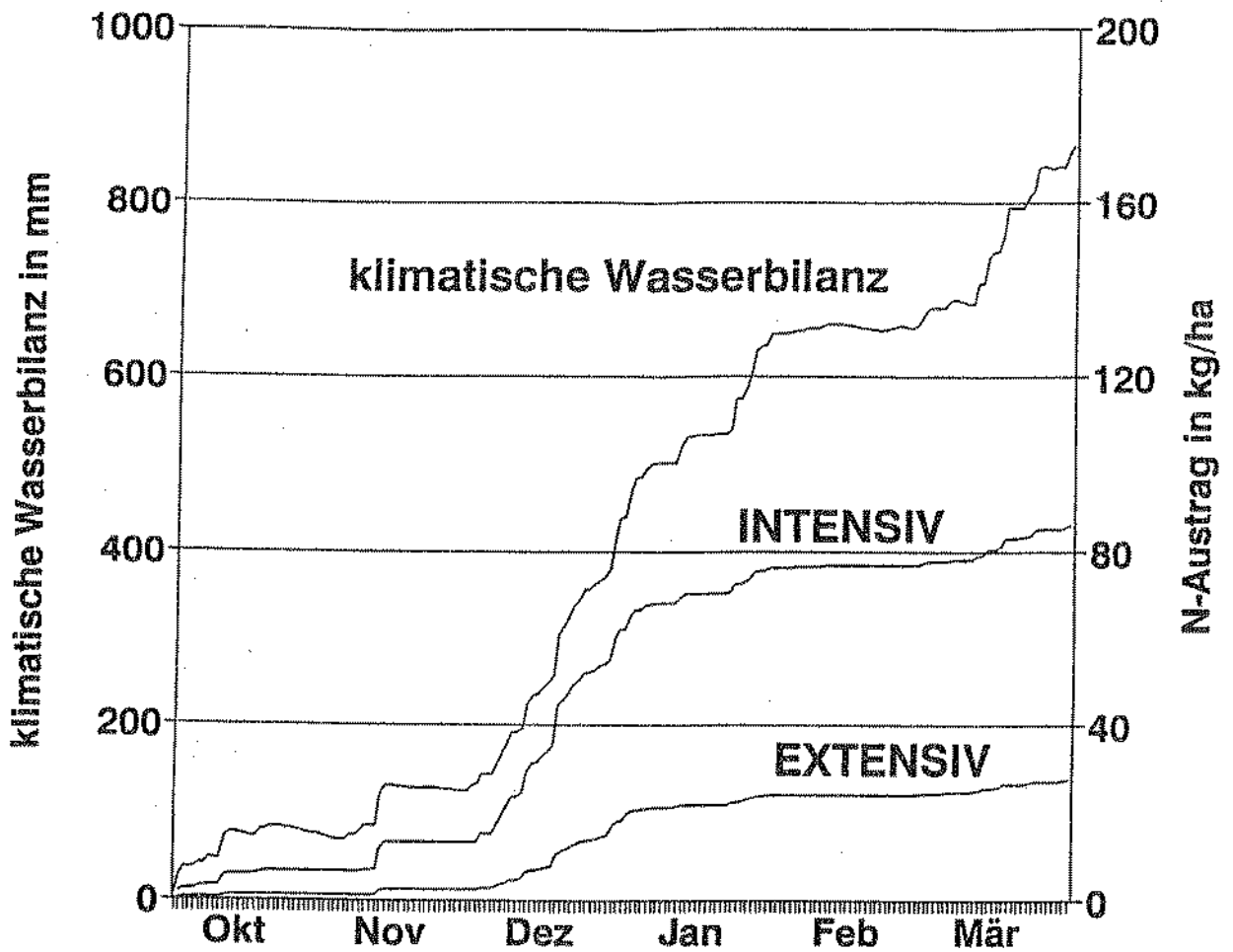


Abb. 3: Kumulative klimatische Wasserbilanz und berechnete kumulative N-Austräge der Beweidungsvarianten

während der Vegetationsperiode nicht umgesetzte mineralische Stickstoff als Nitrat-N in die Beprobungstiefe von 75 cm verlagert. Ab Januar 1994 findet trotz anhaltend hoher Sickerwassermengen aufgrund der stark abgesunkenen NO_3 -Konzentration keine nennenswerte N-Verlagerung in den Untergrund statt. Die erheblich niedrigere NO_3 -Konzentration im Sickerwasser der Extensivvariante hat zur Folge, daß im Dezember deutlich geringere N-Mengen als auf der Intensivfläche ausgewaschen werden. Insgesamt wird während der gesamten Sickerwasserperiode bei extensiver Beweidung nur ein Drittel der unter der intensiven Fläche festgestellten N-Menge verfrachtet.

4. Zusammenfassung

- Wie die TM-Erträge zeigen, sinkt die Flächenproduktivität bei extensiver Beweidung (2 GV/ha, ohne N-Düngung) gegenüber der intensiven Variante (4 GV/ha, 250 kg N/ha und Jahr) relativ kurzfristig bis 30 % ab.
- Auf beiden Beweidungsflächen ist der tatsächliche N-Entzug über die Zunahmen der Weidetiere von geringer Bedeutung.
- Die Intensivvariante weist in den NO₃-Gehalten des Sickerwassers 2-3 mal höhere Konzentrationen auf als die Extensivvariante. Der Trinkwassergrenzwert von 50 ppm NO₃ wird bei der Intensivvariante in der Sickerwasserperiode über einen längeren Zeitraum hinweg überschritten.
- Einzelne Probenahmestellen verzeichnen insbesondere bei der intensiver Beweidung eine starke Streuung der NO₃-Konzentrationen, die auf Geilstellen zurückgeführt werden können.
- Wie die abgeleiteten N-Austräge zeigen, werden während des Winterhalbjahres 1993/94 auf der Intensivvariante insgesamt 87 kg N mit dem Sickerwasser verfrachtet, wohingegen unter der Extensivvariante mit 27 kg N nur ein Drittel verlagert wurde.

5. Literatur

- BENKE, M., 1992: Untersuchungen zur Nitratauswaschung unter Grünland mittels der Saugkerzen-Methode in Abhängigkeit von der Nutzungsart (Schnitt/Weide), der Nutzungshäufigkeit, der Bestandeszusammensetzung (mit/ohne Weißklee) und der Stickstoffdüngung. Diss. Univ. Kiel.
- DEUTSCHER WETTERDIENST, 1976: Aspirations-Psychrometer-Tafeln. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig.
- ERNST, P., 1990: Nitratbelastung unter Grünland. LÖLF-Jahresbericht 1989, 20-21.
- HAUDE, W., 1955: Zur Bestimmung der Verdunstung auf möglichst einfache Weise. Mitt. Deutsch. Wetterdienst, 11, 1-24.
- HOMM, A., 1994: Zur Variabilität der Nitratmengen unter Weidenarben. Diss. Univ. Gießen.
- OPITZ VON BOBERFELD, W. und H. THEISS, 1990: Zur Nitratdynamik im Boden in Abhängigkeit von Hauptbestandbildner, Narbendichte und N-Düngung. J. Agron. & Crop Sci., 165, 349-355.
- STRATMANN, B. und W. KÜHBAUCH, 1987: Einfluß der Gülledüngung auf die Stickstoffverlagerung in hängigem Grünland. Das wirtschaftseig. Futter, 33, 162-172.

Untersuchungen zur intraspezifischen, phänotypischen Variabilität autochthoner Weidelgrasherkünfte (*Lolium perenne*) und ihre Bedeutung für die Erhaltung wertvoller Standorte vor Ort (IN SITU)
A. Oetmann-Mennen¹⁾; G. Spatz²⁾; Chr. Paul³⁾

**Untersuchungen zur intraspezifischen, phänotypischen Variabilität
autochthoner Weidelgrasherkünfte (*Lolium perenne*) und ihre
Bedeutung für die Erhaltung wertvoller Standorte vor Ort (IN SITU)**

EINLEITUNG UND AUSGANGSBEDINGUNGEN

Im Zentrum der Untersuchungen stand das Deutsche Weidelgras (*Lolium perenne* L.), das in Mitteleuropa wohl bedeutendste Futtergras. Die Anzahl der eingetragenen Sorten (1993 waren es 76) spiegelt die Intensität der züchterischen Bemühungen und damit gleichsam die Bedeutung dieser Art für die Praxis wider. Nach Norden hin wird das Verbreitungsgebiet durch kalte Winter begrenzt, nach Süden hin eher durch trockene Sommer. Dazwischen liegt ein breites Spektrum unterschiedlicher Umweltbedingungen, an denen autochthone Weidelgrasvorkommen zu finden sind. Die meisten Grünlandstandorte Mitteleuropas entstanden durch Waldrodung oder sukzessive Verdrängung der Waldbäume bei der Waldweide (HARTLEY & WILLAMS 1956). Erst durch die intensive Wechselwirkung zwischen menschlicher Landnutzung und den stark variierenden Standortbedingungen ist in dieser Art über Jahrhunderte hinweg eine enorme Formenvielfalt entstanden. Es kann also davon ausgegangen werden, daß hier bereits ein großes Anpassungspotential vorgelegen haben muß. Die züchterische Bearbeitung von Grünlandpflanzen begann - später als bei den Ackerkulturen - in Groß-Britannien um 1919, gleichzeitig mit der Entwicklung einer verbesserten Weidewirtschaft (BORRILL 1979). Die im Laufe jahrhundertelanger Koevolution zwischen Tier und Pflanze entstandene Formenvielfalt wurde also zunächst zur Quelle der sogenannten "Grünen Revolution", indem sie Eigenschaften für die Selektion von Sorten bereitstellten. Die folgende Verbreitung dieser Sorten, besonders vor dem Hintergrund der Empfehlung von Grünlandumbrüchen und der Intensivierung, drohte dann diese Quelle selbst zu

-
- (1) Informationszentrum für Genetische Ressourcen (IGR), bei der Zentralstelle für Agrardokumentation und -information (ZADI), Villichgasse 17, 53177 Bonn
 - (2) Universität - Gesamthochschule Kassel, Fachbereich 11, Fachgebiet Futterbau und Grünlandökologie, Nordbahnhofstraße 1A, 37213 Witzenhausen
 - (3) Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Institut für Grünland und Futterpflanzenforschung, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

zerstören. In den 80er Jahren wurden Überlegungen angestellt, auf welche Weise die noch vorhandene innerartliche Vielfalt erhalten werden kann. Das Modell der IN SITU-Erhaltung erhält dabei gegenüber der EX SITU Konservierung eindeutig den Vorzug, da die inter- und intraspezifische Komplexität autochthoner Grünlandgesellschaften nur mit enorm hohem Aufwand und mit fraglichem Erfolg in Form von Saatgut in eine Genbank eingelagert werden könnte (PAUL 1986). Außerdem stellen eine standortangepaßte Nutzung und eine dynamische Erhaltung der Vielfalt in einem halbnatürlichen Ökosystem wie Grünland keine Zielkonflikte dar. Untersuchungen von SPATZ an einer autochthonen Weidelgraspopulation im Allgäu wiesen auf eine hohe Vielfalt und eine erstaunlich hohe Angepaßtheit der Pflanzen an ihren Standort hin. Dies äußerte sich unter anderem in einer gegenüber einigen Zuchtsorten erhöhten Leistungsfähigkeit (SPATZ 1986). Es existiert jedoch bislang in Deutschland noch kein Beispiel für eine gezielte Erhaltung autochthoner Grünlandbestände IN SITU. Als Ausgangsbedingungen des Projektes sind also zu nennen:

- * Drohender Verlust bestehender Angepaßtheit (Verlust v. Ökotypenpopulationen und koadaptierten Genkomplexen)
- * Gefährdung potentieller Anpassungsfähigkeit (Verlust hoch variabler Populationen)

Diese Aspekte führten zu dem Wunsch einer Inventur der noch vorhandenen Vielfalt sowie der Entwicklung eines Vorgehens zur Auswahl wertvoller Herkünfte, welche für eine Erhaltung eines repräsentativen Anteiles der Gesamtvariabilität vor Ort (IN SITU) vorgesehen sein sollten. Diese Ausgangsbedingungen und Zielsetzungen wirkten sich auf die Planung des Projektes wie folgt aus.

PROJEKTPLANUNG

Zwei Ziele, eng korrespondierend mit den genannten Ausgangsbedingungen, standen im Mittelpunkt der Projektplanung: (1) Frage nach der Kausalität morphologischer Differenzierung der Herkünfte im Zusammenhang mit Umwelteinflüssen, d.h. ihrer Angepaßtheit an spezielle Umwelten sowie (2) die Erhaltung der Anpassungsfähigkeit der Art. Dem Ziel (1) liegt die Vorstellung von einem direkten, nachvollziehbaren Einfluß der Umweltunterschiede auf die innerartliche Vielfalt zugrunde. Das Ziel (2) geht dagegen davon aus, daß eine hohe Vielfalt eine hohe Anpassungsfähigkeit bedingt. Bei genauem Hinsehen wird deutlich, daß die Ziele auf einem unterschiedlichen Vielfaltsbegriff aufbauen. Ziel (1) basiert auf der Vielfalt zwischen den Herkünften, welche durch die arithmetischen Mittel hinreichend beschrieben wird. Ziel (2) dagegen

bezieht sich auf die Vielfalt innerhalb der Herkünfte, welche nach den gängigen Vorstellungen die Basis für eine Adaptabilität an räumliche und vor allem zeitliche Umweltheterogenität darstellt. Den vorgestellten Zielen übergeordnet bleibt die Frage nach der Kausalbeziehung zwischen Umweltheterogenität und genetischer Variabilität bisher unbeantwortet.

MATERIAL UND METHODEN

Es wurden 100 autochthone Weidelgrasvorkommen ausgewählt, welche sich auf die Gebiete nördliches Niedersachsen (von der Ems bis zur Elbe), Hessisches Bergland sowie Allgäu und Oberbayern verteilen. Im Zusammenhang mit der Wiedervereinigung konnten zusätzlich drei Flächen auf der Insel Poel (Mecklenburg-Vorpommern) in die Untersuchungen aufgenommen werden. Die Pflanzenentnahme fand im Frühjahr 1991 nach einer eigens dafür entwickelten Methode statt, wodurch eine Kombination aus einer gezielten Wahl der Entnahmestellen in der Fläche und einer zufälligen Entnahme der Einzelpflanzen aus einer exakten Grundfläche möglich wurde. Das Einzelpflanzenquartier (180 Pflanzen pro Herkunft) konnte im Laufe des Sommers im Versuchsfeld des Institutes für Grünland- und Futterpflanzenforschung der FAL angelegt werden. Im Jahr 1992 wurde die phänologische Reaktion sowie Bonituren für jede Einzelpflanze erfaßt. Für eine Erfassung weiterer morphologischer Merkmale wurden zusätzlich Stichproben (Halme von 30 Pflanzen pro Herkunft) entnommen und bis zur Vermessung tiefgefroren gelagert. Das folgende Jahr wurde für die Entwicklung der Methoden EDIST und SELECT, die Datenauswertung sowie für die Aufnahme der Vegetation an den Pflanzenentnahmestellen genutzt. Die wichtigsten Arbeitsschritte im Rahmen der Projektdurchführung wurden mit Rücksicht auf die Fragen nach der Vielfalt "zwischen" sowie "innerhalb" der Herkünfte geplant und durchgeführt. Sie sind im folgenden aufgeführt:

Die Standortauswahl für die Durchführung der Untersuchungen berücksichtigte zum einen in möglichst hohem Maße variierende Umweltbedingungen (Lage, Boden, Bewirtschaftung), um der kausalen Begründung der Herkunftsunterschiede nachgehen zu können. Zusätzlich wurden besonders im norddeutschen Raum durch das Einbeziehen von Flächenpaaren vielfältige Vergleichsmöglichkeiten geschaffen (Ausschluß von Klima-, Bodenunterschieden), um Scheinkausalitäten aufzudecken. Zum anderen wurden etliche Standorte mit einer hohen sichtbaren (räumlichen) Umweltheterogenität einbezogen, was eher auf eine Erfassung der Vielfalt "innerhalb" abzielte.

Die Pflanzenentnahme wurde zum einen so durchgeführt, daß sie einen möglichst großen Anteil der Standortunterschiede berücksichtigte, um die Herkünfte durch realistische Mittelwerte zu

beschreiben. Andererseits fand die Entnahme flächenbezogen (pro Herkunft in drei Gruppen zu je 60 Pflanzen aus je 250 m²) statt, um einen Vergleich der herkunftseigenen Variabilitäten durchführen zu können.

Eine Methodenentwicklung für die Datenauswertung war nur für die Ermittlung der Vielfalt "innerhalb" notwendig. Das Programm EDIST gewährleistet eine Ermittlung der Streuung gleichsam für intervall- und ordinalskalierte Daten.

Die Erfassung der Umweltdaten, welche aufgrund des großen Umfangs der Studie nicht in optimaler Weise durchgeführt werden konnte, bezog sich im wesentlichen auf eine mittlere Beschreibung der Standorte (Klima, Boden, Bewirtschaftung). Lediglich die Beobachtungswerte (sichtbare Standortheterogenität wie z.B. die Lage bevorzugter Fraßstellen, besonders feuchte oder trockene Stellen, Trittstellen etc.) sowie die Vegetationsaufnahmen an den Pflanzenentnahmestellen zielten eher auf die Beschreibung der räumlichen Umweltheterogenität ab. Detailliertere Informationen zum Projekt sowie die Vorstellung parallel durchgeführter Teilstudien (Klon-Beobachtung, Beobachtung vor Ort) sind der in Kürze veröffentlichten Dissertation zu entnehmen.

AUSWERTUNG UND ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der verschiedenen Auswertungsvarianten sind generell vor den folgenden einschränkenden Bedingungen zu sehen:

- 1) Die Beobachtung der Pflanzen konnte nur an einem Standort und in einem Beobachtungsjahr durchgeführt werden (FAL 1992)
- 2) Es konnten nur phänotypische Eigenschaften erfaßt werden
- 3) Es wurden Methoden angewendet, welche sich in einem frühen Entwicklungsstand und somit in einer Art Erprobungsphase befanden.

Mittelwertanalysen und Variabilität "zwischen"

Die Merkmalsmittelwerte wiesen im Vergleich zu dem ebenfalls untersuchten Sortenspektrum zwar deutlich erweiterte Spannbreiten auf, diese übertrafen jedoch lediglich im phänologischen Merkmal die Höchstwerte der Sorten. Die Betrachtung der Mittelwerte auf Ebene der drei Subherkünfte brachte bereits Hinweise auf eine große Bedeutung der Vielfalt innerhalb jeder einzelnen Herkunft. Die Clusteranalyse der Mittelwerte zeigte, daß keine scharfe Trennung der Herkünfte in Gruppen zu erreichen ist. Der Grund liegt in der vielfältigen Kombination unterschiedlicher Eigenschaften in den Pflanzengruppen, welche diese zu einer relativ kontinuierlichen Wertemenge im vieldimensionalen Raum werden lassen. Den größten Einfluß auf die Gruppierung hatte das

phänologische Merkmal. Die Korrelationsanalyse deckte im wesentlichen bekannte, oft eng miteinander in Wechselwirkung stehende Beziehungen zwischen Umweltfaktoren und den phänotypischen Mittelwerten auf. Eine individuelle Betrachtung von Flächenpaaren machte deutlich, daß der Umwelt-Begriff in Bezug auf die Vielfalt der autochthonen Herkünfte schwer zu fassen ist und die Reaktionen der Pflanzen auf vernetzte Umweltparameter nur schwer und (vielleicht sogar nur) individuell zu interpretieren ist.

Variabilität "innerhalb"

Die Variabilität jeder Herkunft wurde mittels EDIST ermittelt. Es zeigten sich erstaunliche Unterschiede im individuellen Variabilitätsausmaß, in den meisten Eigenschaften hatte die Variabilität "innerhalb" eine sehr große Bedeutung. Als Konsequenz aus den Schwierigkeiten bei der Clusteranalyse wurde mit Hilfe der Distanzanalyse für jedes Merkmal solche Herkünfte ermittelt, deren individuelle Wertemuster deutlich von dem kumulativen Muster der drei Regionen abwichen. Die Methode ist angelehnt an die genetische Distanzermittlung, welche von GREGORIUS für elektrophoretische Daten entwickelt wurde (GREGORIUS 1974). Die Variabilitätsanalyse zeigte, daß in den meisten Herkünften und Merkmalen eine hohe Vielfalt bereits auf kleinem Raum existiert und nur in wenigen Fällen ein besonders großer Mittelwertsabstand der Subberkünfte für die Vielfalt der gesamten Herkunft verantwortlich ist. Es kamen nur wenige über alle Eigenschaften hinweg sehr eng streuende Herkünfte vor, und gleichsam wurden keine durchweg sehr hoch variablen Herkünfte identifiziert. Es hat sich im wesentlichen die von BENNETT beschriebene "Mixtur von Ökoelementen" bestätigt, nach der der Begriff Variabilität nur in Zusammenhang mit jedem einzelnen Merkmal sinnvoll verstanden werden kann (BENNETT 1970). Eine vermutete Beziehung zwischen hoher Umweltheterogenität und Vielfalt der dort entnommenen Herkünfte konnte nicht bestätigt werden. Lediglich die bayerischen Herkünfte neigten zu größeren Mittelwertsabständen zwischen den Subherkünften, was durch eine hang- und expositionsbedingt höhere Flächenheterogenität bedingt sein könnte.

Auswahl für die IN SITU Erhaltung zu empfehlenden Herkünfte

Mit dem Programm SELECT wurden, basierend auf dem Prinzip der Core-Collections, 20 Herkünfte ausgewählt. Hierbei wurde eine möglichst hohe Abdeckung der von allen Herkünften gebildeten, mehrdimensionalen Variabilität angestrebt. Gemeinsam mit fünf nach zusätzlichen Kriterien ausgewählten Herkünften repräsentierte diese Auswahl 63% (Messungen) bzw. 80% (Bonituren) der gesamten Vielfalt. Aufgrund der zuvor genannten Einschränkungen sowie durch

das mangelnde Wissen um die dynamischen Prozesse in Grünlandgesellschaften, kann zur Zeit für die Erhaltung der Vielfalt vor Ort lediglich ein der bisherigen Bewirtschaftung entsprechendes Management empfohlen werden.

DISKUSSION UND PROJEKTFORTFÜHRUNG

Die vorgestellten Arbeiten zielten darauf ab, die Vielfalt "zwischen" den Herkünften und die Vielfalt "innerhalb" der Herkünfte deutlich zu unterscheiden. Es bestätigte sich, daß es sich bei dem ausdauernden Weidelgras um eine enorm anpassungsfähige und formenreiche Pflanzenart handelt. Für die Ermittlung der Variabilität jeder einzelnen Herkunft wurde ein Vorgehen entwickelt, welches die Vorteile der statistischen Streuungsmaße "Varianz" und "Quantilenabstand" vereint (EDIST). Bedeutend ist dieses Verfahren besonders im Zusammenhang mit der zunehmenden Forderung nach der Identifizierung von Core-Collections, welche die gesamte Vielfalt einer Sammlung zu einem möglichst hohen Anteil repräsentieren. Das Programm SELECT ermittelt einen solchen "Kern" und berücksichtigt dabei besonders die Herkünfte mit breiter Streuung, welche allgemein als Voraussetzung für die individuelle Fähigkeit zur Adaptation (Adaptabilität) gilt. Werden die dargestellten Ergebnisse vor dem Hintergrund der zu Beginn genannten Ausgangsbedingungen und gesetzten Ziele betrachtet, so wird wiederum die Unklarheit des kausalen Zusammenhanges zwischen der Umweltheterogenität in Zeit und Raum und der Variabilität der in diesen Umwelten vorkommenden autochthonen Populationen deutlich. Eine Fortführung der vorgestellten Studie sollte diesem Problemkreis gewidmet sein, indem sie folgende Aspekte berücksichtigen:

- (1) Institutionalisierung der Erhaltungsmaßnahmen vor Ort (IN SITU)
- (2) Entwicklung und Durchführung eines Monitoring-Systems mit genetischen Markern
- (3) parallel durchgeführte EX SITU Konservierung der Herkünfte in einer Genbank
- (4) Weitere Beschreibung agronomischer, phänotypischer und genetischer bzw. genotypischer Eigenschaften der Herkünfte
- (5) Integration des gesammelten Materials in die Züchtung
- (6) Weiterentwicklung der Methoden EDIST und SELECT für eine breitere Anwendung

Die Bereiche (1), (3) und (5) sind bereits in Vorbereitung bzw. verwirklicht. Da die Aspekte der Fortführung jedoch nicht isoliert voneinander, sondern als miteinander vernetzt zu betrachten sind, wird empfohlen, auch die Bereiche (2), (4) und (6) voranzutreiben.

LITERATURHINWEISE

- BENNETT, E. 1970: Adaptation in Wild and Cultivated Plant Populations. IN: Genetic Resources in Plants - Their Exploration and Conservation. FRANKEL, O. H.; BENNETT, E. (Hrsg.). International Biological Programme, Handbook 11, Blackwell Scientific Publications, Oxford and Edinburgh: 115-129
- BORRILL, M. 1979: Temperate Grasses. IN: Evolution of Crop Plants. SIMMONDS, N. W. (Hrsg.), Longman: 137-142
- GREGORIUS, H.-R. 1974: Genetischer Abstand zwischen Populationen. 1) Zur Konzeption der genetischen Abstandsmessung. *Silvae Genetica* 23: 22-27
- HARTLEY, W.; WILLIAMS, G. L. 1956: Centres of Distribution of Cultivated Pasture Grasses and their Significance for Plant Introduction. Proceedings of the 7th Int. Grassland Congress, Wellington, New Zealand: 190-199
- PAUL, Chr. 1986: Überlegungen zum Management genetischer Ressourcen bei perennierenden Arten heimischer Futterpflanzen. *Vorträge Pflanzenzüchtung* 10: 136-145
- SPATZ, G. 1987: Dreijährige Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit und Ausdauer einer autochthonen Weidelgraspopulation im Vergleich zu Zuchtsorten. Vortrag AG Grünland und Futterbau, Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, LÖLF NW, 53-68

Zusammensetzung der Samenbank unter Wiesen und Weiden.

Am Beispiel der Grünlandflächen auf dem Versuchsgut in Scheyern/Lks. Pfaffenhofen an der Ilm

N. Kühn & J. Pfadenhauer*

0 Literaturübersicht

Die Beschäftigung mit Samenbanken in Böden geht bis zu DARWIN zurück, der schon 1859 die Samenkeimung in Schlick untersuchte. Nachfolgende Wissenschaftler setzten ein Schwergewicht auf die Erforschung des Samen-vorrat unter Ackerböden, um Erkenntnisse zur Unkrautregulierung zu nutzen. Aus Vergleichen zwischen aktueller Vegetation und Zusammensetzung von Samenbanken auf Grünlandstandorten folgerten CHIPPINDALE und MILTON (1934), MILTON (1943) und CHAMPNESS und MORRIS (1948), daß die Fähigkeit einer Art, eine dauerhafte Samenbank auszubilden, artspezifisch sehr unterschiedlich entwickelt sein kann.

Im Zuge der Entwicklung der Populationsökologie erfolgte ein intensive Beschäftigung mit dem Problem der Samenbanken im Boden. 1979 stellten THOMPSON & GRIME eine Klassifikation von Samenbanktypen auf. Sie unterschieden zwei Typen von vorübergehenden (transienten) und zwei Typen von dauerhaften (persistenten) Samenbanken. Es folgten mehrere zusammenfassende Arbeiten, die den heutigen Stand der Forschung widerspiegeln (z.B. FENNER (Hrsg.) (1992), LECK & al. (1989) und ROBERTS (1981)). Insbesondere für den Bereich des europäischen Grünlandes von Bedeutung sind Arbeiten von DOUGLAS (1965), VAN ALTENA & NINDERHOUD (1979) und PFADENHAUER & MAAS (1987).

1 Einleitung

Die vorgestellten Untersuchungen entstammen als Teilbereich den vegetationskundlichen Erhebungen, die von 1990-92 vom Lehrgebiet Geobotanik der TUM-Weihenstephan im Rahmen des Forschungsverbundes Agrar-ökosysteme München (FAM) durchgeführt wurden. Untersuchungsobjekt sind die Flächen des ehem. Klostersgutes in Scheyern. Es liegt im Naturraum Donau-Isar Hügelland, einem Teil des oberbayerischen Tertiärhügellandes. Das Gelände erstreckt sich in einer Höhenlage von 450 bis 490 m ü. NN. Die Niederschläge betragen 833 mm/Jahr, die mittlere Jahrestemperatur 7,3°C (Langjährige Mittel).

Grünland befindet sich in dieser traditionellen Ackerbau Landschaften auf Standorten, die den Feldbau erheblich erschweren; vornehmlich sind dies steile Hänge und Böden mit Grundwasserbeeinflussung. Auf dem Versuchsgut selbst gibt es zwei große Weiden an Steilhängen und zerstreut Wiesen in hängigen Lagen oder in den Talauen. Es handelt es sich dabei um alte Dauernutzungen. Die Weiden tragen auf dem überwiegenden Teil der Fläche eine Weidelgras-Weißklee-Gesellschaft (Flächen 300180, 190260) (siehe auch Tab. 3). Ausnahmen bilden die extrem steilen oder sehr flachen Bereiche: auf den südexponierten Steilhängen tritt *Lolium perenne* zurück, und es kommt zur Ausbildung einer artenreichen Variante mit Pflanzen der trockenen Glatthaferwiesen (z. B. *Leontodon hispidus*, *Trifolium dubium*, *Ranunculus bulbosus*) (Fläche 320230). Auf den nordexponierten Hängen fehlen diese, dafür zeigen *Festuca rubra*, *Agrostis tenuis* und *Holcus mollis* eine Tendenz zur Versauerung an (200280). Die flachen Hangschultern tragen nur noch eine fragmentarische Weidelgras-Weißklee-Gesellschaft, dominant

* Lehrstuhl für Landschaftsökologie II, TU München-Weihenstephan, 85350 Freising

werden hier *Alopecurus pratensis* und *Agropyron repens* (310180, 320180, 330180). An Geilstellen kommen *Urtica dioica* und andere nitrophytische Störzeiger zur Dominanz (190250).

Tab. 1: Entnahmestandorte der Proben

Ortscode	Nutzung	Vegetationsbeschreibung	C/N	pH	Boden*
320230	Weide	Weidelgras-Weißklee-Weide; trockene Variante	k.A.	5,7	c
310180	Weide	Weidelgras-Weißklee-Weide; Verarmte Variante	9,5	5,0	a
320180	Weide	Weidelgras-Weißklee-Weide; Verarmte Variante	11,0	5,4	d
330180	Weide	Weidelgras-Weißklee-Weide; Verarmte Variante	10,2	5,2	d
190250	Weide	Weidelgras-Weißklee-Weide; "Geilstelle"	9,9	5,6	c
190260	Weide	Weidelgras-Weißklee-Weide; Typicum	9,6	5,6	a
300180	Weide	Weidelgras-Weißklee-Weide; Typicum	8,8	5,3	c
200280	Weide	Weidelgras-Weißklee-Weide; magere, grasreiche Variante	11,5	4,7	a
140240	Wiese	Glatthaferwiese, trockene Variante	9,4	5,3	c
200120	Wiese	Glatthaferwiese, verarmte Variante	10,1	5,7	a
280090	Wiese	Glatthaferwiese, verarmte Variante	10,6	5,0	a
170280	Wiese	Glatthaferwiese, Typicum	10,3	5,1	d
170290	Wiese	Glatthaferwiese, Typicum	9,1	5,1	e
170300	Wiese	Kohldistelwiese, Kohldistel-Schlangenknotrich-Gesellschaft	9,7	5,0	e
290040	Wiese	Kohldistelwiese, Kohldistel-Gesellschaft	9,2	4,6	e
170310	Brache	Röhricht	k.A.	k.A.	e

*Bodenformen (LEHRSTUHL FÜR BODENKUNDE, 1992):

- a Braunerde aus Ablagerungen der Oberen Süßwassermolasse
- b Kolluvium aus sandigen Abschwenmassen der OSM
- c Braunerde aus tonigem oder schluffreichem Material der OSM
- d Pseudogley-Braunerde oder (Braunerde-)Pseudogley aus tonigem oder schluffreichem Material der OSM
- e Braunerde-Gley aus lehmig/sandigen Talsedimenten (grundwasserbeeinflusst)
- k.A. keine Angaben

Die Wiesen tragen typische Glatthafer-Gesellschaften, die im Tertiärhügelland jedoch durch eine natürliche Artenarmut gekennzeichnet ist (im Vergleich mit den Glatthaferwiesen der Schotterebenen oder Kalkgebirge) (170280, 170290). Hinzu kommt noch eine nutzungsbedingte Verarmung, so daß sie z. T. als Fragmentgesellschaften angesprochen werden müssen (200120, 280090). Die trockenen, südexponierten Steilhänge zeigen in ihrem Arteninventar einen Übergang zum Silikatmagerrasen (140240), die feuchten Talauen nehmen Kohldistelwiesen ein (170300, 290040). Diese entwickeln sich bei Brachfällen zu Schilfröhricht (170310).

2 Methodik

Im April 1991 wurde in jeder der 16 Flächen mit einem Stechzylinder 12 Proben entnommen. Der Zylinder hatte einen Durchmesser von 7,8 cm (der entnommene Kern läßt sich somit auf 48 cm² beziehen), die Entnahmetiefe betrug 10 cm. Nach CHIPPINDALE und MILTON (1934) sind darunter kaum mehr keimfähige Samen zu finden. Um dies zu überprüfen wurden an 3 Standorten zusätzlich je 12 Proben aus einer Tiefe von 10-20 cm entnommen. Die Proben wurden zerkrümelt, die vegetativen Pflanzenteile entfernt und zum Keimen unter Freilandbedingungen aufgestellt. Zum Schutz vor Zuflug und der Verdriftung von Samen durch Tropfenfall wurden die Proben mit aufgespannter Vorhanggaze überdeckt. Die auflaufenden Keimlinge wurden bestimmt, notiert und abgeerntet.

Fand keine Keimung mehr statt, wurden die Proben umgedreht, zerkrümelt und erneut zum Keimen aufgestellt. Die Schalen standen zwei Vegetationsperioden bis Herbst 1992. Keimlinge von meterochoren Arten wurden bereits ab Herbst 1991 nicht mehr gezählt, da die Verfälschung des Ergebnisses durch Zuflug nahe lag. Die Ergebnisse der Zählungen wurde für jede Wiederholung aufsummiert und auf Samen pro m² umgerechnet.

3 Ergebnisse:

Samenbankgehalt auf den verschiedenen Standorten

Die Samengehalt der Böden zeigen nicht nur zwischen den Standorten erhebliche Unterschiede (siehe Tab. 2), sie variieren auch innerhalb einer Fläche sehr stark (siehe auch Minimum und Maximum aus 12 Wiederholungen). Dies ist auf die kleinräumige Verteilung der Samen im Boden zurückzuführen (THOMPSON, 1986).

Tab. 2: Samengehalte

Ortscode	Nutzung	Mittelwert*	Median*	min.*	max.*	Stdabw.
320230	Weide	5035	4271	2500	9375	2206
310180	Weide	11128	10729	6667	19583	3866
320180	Weide	12760	13333	6875	18125	3639
330180	Weide	11736	10937	2917	32499	7839
190250	Weide	15642	15208	4792	25208	5289
190260	Weide	5659	4584	2292	13958	3311
300180	Weide	8264	7813	4583	16666	4305
200280	Weide	8750	7188	2083	22500	5108
140240	Wiese	8420	7500	5000	16250	3454
200120	Wiese	8993	7396	4375	22083	4563
280090	Wiese	10816	9062	2500	30416	7316
170280	Wiese	6909	6667	3750	11458	2268
170290	Wiese	8542	6459	4167	18750	4426
170300	Wiese	13210	12396	5625	32083	6937
290040	Wiese	14548	14271	9792	18333	2654
170310	Brache	66509	65416	29583	121665	26923

*Werte in Samen pro m²

Auf den Weiden schwanken die arithmetischen Mittelwerte zwischen 5035 und 15642 Samen pro m². Der höchsten Samengehalt findet sich an einer "Geilstelle" auf der Weide (190250) und auf den Flächen der Verarmten Weidelgras-Weiskleevariante (310180, 320180, 330180). Ursache hierfür sind Therophyten in der Vegetation, wie *Capsella bursa-pastoris*, *Cerastium glomeratum*, *Poa annua* und *Stellaria media*, die allein 58 - 79 % des Samenvorrates ausmachen (siehe dazu Tab. 3). An Standort 190250 kommen Therophyten zwar nur auf einen Anteil von 31%, allerdings tritt hier als Störungszeiger *Urtica dioica* hinzu, die mit durchschnittlich 7951 Samen pro m² im Boden auftritt (siehe Tab. im Anhang). Hoher Samengehalt in Dauerweiden deutet somit auf Lücken in der Grasnarbe hin, in denen sich nitrophytische Störzeiger etablieren können.

Auf den Weiden mit einer typischen Weidelgras-Weißklee-Gesellschaft hingegen haben Therophyten nur einen Anteil von 31 - 47 %. Hier zeigt sich der Bestand durch die Dominanz von Weidelgras wesentlich geschlossener,

so daß die Etablierungsmöglichkeit für Therophyten geringer ist. Weidelgras selbst ist trotz hoher Deckungsgrade (2b und 3) in der Samenbank kaum anzutreffen. Der Umstand, daß Dauerweiden elier geringmächtige Samenbanken besitzen wird bereits bei DOUGLAS (1965) erwähnt. Bei einer gut gepflegten, dichte Grasnarbe kommen Pflanzen zur Dominanz, die sich vorwiegend auf vegetativem Wege vermehren.

Am Standort 200280 finden sich durchschnittlich 8750 Samen pro m². Hier bildet *Agrostis tenuis* einen dichten Teppich (Deckung 3, siehe auch Anhang) und *Lolium perenne* tritt zurück (Deckung 2a). Dieser Bestand hat mit 4,7 den niedrigsten pH-Wert (siehe Tab. 1) aller Standorte und ist wohl am ehesten mit den mageren und saueren Weidengesellschaften zu vergleichen, die von MILTON (1943) untersucht wurden (siehe Tab. 4). Entsprechend den Untersuchungen von MILTON spielen nitrophytischen Therophyten kaum eine Rolle (9% an der gesamten Samenbank), während *Agrostis tenuis* mit 1354 Samen pro m² die wichtigste Art im Samenpotential darstellt.

Auf dem trockenen, steilen Standort 320230 konnten sich die nitrophytischen Therophyten ebenfalls nicht entwickeln (Ausnahme *Capsella bursa-pastoris* mit durchschnittlich 1146 Samen pro m²). Hier finden wir den geringsten Wert für den Samengehalt auf Weiden (5035 Samen pro m²).

Die Angaben aus der Literatur (siehe Tab. 4) zur Samenbank von Weiden zeigen z. T. ähnlich hohe Werte, aber auch Gehalte, die wesentlich darunter liegen. Es fällt auf, daß bei DOUGLAS (1965) und auch MILTON (1943) nitrophytische Therophyten im Samenpotential nicht vorhanden sind.

Auf den Wiesen finden sich Schwankungen im Samengehalt zwischen 6906 und 14548 Samen pro m². Hier haben Therophyten eine geringere Bedeutung, sie sind mit 12-25 % am gesamten Samenpotential beteiligt. Eine Ausnahme bildet der Standort 140240. Hier erreicht der Therophytenanteil 83 %. Allerdings finden sich dort nicht die nitrophytischen Einjährigen der Weiden, sondern kleinwüchsige Acker- und Magerrasenarten (*Arabidopsis thaliana*, *Arenaria serpyllifolia*, *Veronica arvensis*, *Trifolium dubium*). Sie werden durch ihre Strategie als Annuelle auf der sommertrockenen Fläche begünstigt.

Auf frischen Standorten, die geregelt genutzt werden, finden sich in der Samenbank ein breites Spektrum wiesentypischer Hemikryptophyten (*Ranunculus acris*, *Ranunculus repens*, *Cerastium holosteoides*, *Taraxacum officinalis*, *Alchemilla vulgaris*, *Rumex acetosa*, *Plantago lanceolata*). Als Therophyten kommen nur *Veronica arvensis* und *Cerastium glomeratum* in größerem Umfang vor. Eine Zwischenstellung nimmt *Cerastium holosteoides* ein, das zwar als Hemikryptophyt überdauern kann, aber eine sehr hohen Samengehalt im Boden aufweist (z.B. Fläche 280090 mit 3958 Samen pro m²).

Tab. 3: Anteil der Samen von Hemikryptophyten, Therophyten, Geophyten und Verholzenden Arten am Samenpotential des jeweiligen Standortes (in %)

Orts-code	320 230	310 180	320 180	330 180	190 250	190 260	300 180	200 280	140 240	200 120	280 090	170 280	170 290	170 300	290 040	170 310
Hemikryptophyten	69	31	19	41	62	62	51	90	14	73	82	78	87	78	84	80
Therophyten	26	67	79	58	31	33	47	9	83	25	17	16	12	21	15	19
Geophyten	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verholzende Arten	6	3	2	1	3	4	2	0	2	2	0	5	1	0	0	0

Auffällig ist die Zunahme des Samengehaltes mit höherer Feuchtigkeit. Während auf den Frischen Standorten 200120, 280090, 170280 und 170290 der Samengehalt zwischen 6909 und 10816 schwankt, steigt er bei den Kohldistelwiesen (170300, 290040) auf 12369 bis 14271 Samen pro m². In der Feuchtbrache 179310 ist mit 66509 Samen pro m² der höchste Gehalt aller Standorte erreicht. Der Anteil der Lebensformen bleibt dabei relativ konstant. Die Ursache für diese Zunahme ist in den hohen Samengehalten der Arten der Gattung *Juncus* begründet. Neben MILTON (1943) und anderen aus dieser Zeit wies auch FISCHER (1987) auf die Dominanz der *Juncus*-Arten im Samenpotential feuchter Standorte hin. Zusätzlich erreichen auch die Arten *Mentha longifolia*, *Scrophularia nodosa*, *Glyceria fluitans* und *Epilobium spec.* in der Feuchtbrache Werte weit über 1000 Samen pro m². Neben dem höheren Eintrag auf diesen Flächen steht zu vermuten, daß bei höherer Bodenfeuchte die Keimfähigkeit der Samen länger erhält und es so zu einer Akkumulation der Samen im Boden kommt.

Auf Wiesen liegen die Literaturangaben im wesentlichen im Bereich der Gehalte, die bei diesen Untersuchungen gefunden wurden (Tab. 4). Deutlich wird bei FISCHER (1987) auch der hohe Samengehalt auf Feuchtstandorten. Er gibt an, daß der Anteil von *Juncus effusus/conglomeratus* an diesen Werten durchschnittlich 80 % beträgt.

Tab. 4: Literaturangaben zum Samengehalt von Grünlandflächen:

Vegetationstyp:	Samengehalt (Samen/m ²)	Tiefe der Entnahme (cm)	Autoren:
Dauerweide	3622-10526	17,78	MILTON, 1943
Dauerweide	1120	15,24	DOUGLAS, 1965
Dauerweide	430	15,24	DOUGLAS, 1965
Intensives Weideland	9954	5	VAN ALTENA u. NINDERHOUD, 1979
Futterwiese	7602	12	PFADENHAUER & MAAS, 1987
Zweischnittige Futterwiese	11601	12	PFADENHAUER & MAAS, 1987
Glatthaferwiese	4876-8507	6,2	FISCHER, 1987
Naßwiesen (Molinietalia)	15288-40492	6,2	FISCHER, 1987

Samengehalte in einer Tiefe von 10-20 cm

Wie Tab. 5 zeigt, enthält auch der Boden unter 10 cm noch keimfähige Samen. Auffällig ist auch hier der Wert von 9361 Samen pro m² auf der Kohldistelwiese 290040. Grund ist hier der hohe Gehalt an *Juncus*-Samen. In 0-10 cm Tiefe besitzt diese Gattung 5538 Samen oder 38% am Gesamtsamenvorrat, in 10-20 cm steigt diese Zahl auf 6753 Samen oder 72 % am Gesamtsamenvorrat. Während alle anderen Arten mit zunehmender Tiefe abnehmen können sich die Samen der Binsen offensichtlich zumindest bis in eine Tiefe von 20 cm noch akkumulieren.

Tab. 5: Vergleich der Samengehalte aus 0 - 10 und 10 - 20 cm Tiefe

Ortscode	320180		140240		290040	
Entnahmetiefe (cm)	0-10	10-20	0-10	10-20	0-10	10-20
Samengehalt (Samen pro m ²)	12759	3056	8420	1615	14444	9361
Anteil der Probe aus 10-20 an der Probe aus 0-10 cm		24 %		19 %		65 %

Mit zunehmender Tiefe kommen weitere Arten hinzu (Tab. 5). In der Mehrheit sind es Ackerwildkräuter, die die Fähigkeit besitzen ihre Keimfähigkeit unter ungestörten Bodenverhältnissen lange zu bewahren (DOUGLAS, 1965). Weitere Arten der Glatthaferwiesen sind nicht darunter, allerdings finden sich einige Feuchtwiesenarten.

Hypericum humifusum besitzt nach FISCHER (1987) die Fähigkeit, große Samenbanken anzulegen und bei Störung des Bodens eine große Anzahl Pflanzen und auch Samen zu produzieren, um dann nach Bestandesschluß wieder aus der Vegetation zu verschwinden. Auch von *Calluna vulgaris* ist bekannt, daß die Samen lange im Boden überdauern können.

Tab. 6: Arten die nur in 10-20 cm Tiefe nachweisbar waren

Ortscode	320180	140240	290040
Ackerwildkräuter:	Anagallis arvensis	Fallopia convolvulus Polygonum aviculare Setaria viridis Trifolium arvense	Anagallis arvensis Fallopia convolvulus Plantago major
Feuchtgrünlandarten:	Epilobium spec. Hypericum humifusum Hypericum perforatum		Lotus uliginosus Lysimachia vulgaris Lythrum salicaria Poa angustifolius Calluna vulgaris
Borstgrasrasenarten:			

Vergleich der aktuellen Vegetation mit der Samenbank:

Auf die Unterschiede zwischen aktueller Vegetation und Samenbank wurde immer wieder hingewiesen. Wie aus der Tabelle im Anhang ersichtlich wird, läßt sich von der Vermehrungsweise durch Samen nicht auf ein Vorkommen in der dauerhaften Samenbank schließen (vgl. Spalte Fortpflanzung und persistente Samenbank).

Wichtig für Auftauchen in der Samenbank ist der Entnahmezeitpunkt der Probe. Die Proben in diesem Versuch wurden nach der Keimungsperiode im Frühjahr entnommen. Samen, die im Boden schnell abgebaut werden (durch Keimung im Herbst oder Frühjahr nach der Fruchtreife), konnten nicht mehr nachgewiesen werden. Die vorhandenen Samen bilden dauerhafte Samenbanken aus (durch Keimhemmung oder nur partielle Keimung). Dieses unterschiedliche Verhalten wird durch die Samenbanktypen von THOMPSON & GRIME (1979) beschrieben (siehe Spalte 1 im Anhang). Dabei ergaben sich bei den Untersuchungen folgende Abweichungen zu den Literaturangaben:

Die Arten *Bellis perennis*, *Rumex acetosa* und *Alopecurus pratensis* konnten in der Samenbank nachgewiesen werden, obwohl sie als transiente Arten beschrieben werden. Des weiteren tritt auch *Lolium multiflorum* in der Samenbank in sehr hoher Dichte auf. Nach THOMPSON (in FENNER, 1992) bildet diese Art keine Persistenz aus. Allerdings spricht er von einem einjährigen Gras, während es auf dem Versuchsgut mehrjährig wächst. Hier könnte das unterschiedliche Verhalten in der Samenbank auf verschiedene Genotypen beruhen.

Ausschließlich im Samenpotential treten verschiedene Ackerwildkräuter und Feuchtgrünlandarten auf. Ihre Strategie ist es im Boden überdauern zu können, bis günstige Bedingungen zum Keimen eintreten. Grünlandarten besitzen diese Fähigkeit nicht. Deshalb konnten keine grünlandspezifischen Arten gefunden werden (Ausnahme: *Campanula patula* in 130300), die die Bestände aus der Samenbank heraus anreichern könnten. Zusätzlich finden sich aneinander verbreitete Arten, die auf diesen Flächen zugeflogen sind und nur in der Samenbank vorkommen. Arten, die nur in der Vegetation vorhanden sind, besitzen eine transiente Samenbank. Dazu gehören viele wertvolle Futtergräser (*Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Festuca pratensis*). Daß *Convolvulus arvensis*, *Leontodon*

autumnalis und *Ranunculus bulbosus* trotz einer dauerhaften Samenbank nicht gefunden wurden, könnte auf die den Probenumfang und ihr vereinzelt Vorkommen im Bestand zurückzuführen sein, das ihren Nachweis in der Samenbank schwierig gestaltet (siehe dazu ALBRECHT, 1992). Bei windverbreiteten Arten spielt sicher auch die Verbreitung der Samen auf eine wesentlich größere Fläche eine Rolle.

4 Diskussion

Die Höhe der Samenbanken unter Grünland in Dauernutzung läßt sich auf die Arten der aktuellen Vegetation und deren Verhalten in der Samenbank zurückführen. Wichtig sind auf Weiden der Anteil der Therophyten, auf Wiesen der der *Juncus*-Arten. Sie bestimmen die Höhe des Samenpotentials maßgeblich. Der Standort wirkt sich nur auf dem Umweg über die Pflanzenszusammensetzung aus. Eine Ausnahme bilden Standorte mit einer höheren Bodenfeuchte; hier können sich die Samen offensichtlich auf Grund der besseren Erhaltungsbedingungen akkumulieren.

Grünlandarten, die nicht in der aktuellen Vegetation wachsen, lassen sich auch nicht in der Samenbank nachweisen. Deshalb erscheint eine Chance zur Renaturierung artenreichen Grünlandes aus der Samenbank nicht gegeben. Auch eine Reihe wertvolle Gräser bilden keine dauerhafte Samenbank aus. Darunter finden sich Arten, die sich nicht vegetativ vermehren können. Um sie dauerhaft im Bestand zu halten ist es nötig, sie zur Samenreife kommen zu lassen. Die Fortpflanzung durch Samen spielt deshalb zum Erhalt artenreichen Grünlandgesellschaften eine entscheidende Rolle.

Literatur:

- Albrecht, H., 1992: Modelluntersuchungen und Literaturlauswertung zum Diasporenvorrat gefährdeter Wildkräuter in Ackerböden. unveröff.
- Chapman, S.S. & Morris, K., 1948: The population of buried viable seeds in relation to contrasting pasture and soil types. *J. Ecol.* **36**, 149-173.
- Chippindale, H.G., & Milton, W.E.J., 1934: On the viable seeds present in soil beneath pastures. *J. Ecol.* **22**, 508-531.
- Douglas, G., 1965: The weed flora of chemically-renewed lowland swards. *J. Br. Grassl. Soc.* **20**, 91-100.
- Ellenberg, H., 1952: *Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bedeutung*. Stuttgart.
- Fenner, M. (Hrsg.), 1992: *Seeds - the ecology of regeneration in plant communities*. Melksham.
- Fischer, A., 1987: *Untersuchungen zur Populationsdynamik am Beginn der Sekundärsukzession*. Diss. Bot **110**.
- Grime, J.P., Hodgson, J.G., Hunt, R., 1988: *Comparative plant ecology*. London.
- Leck, M.A., Parker, V.T., Simpson, R.L. (Hrsg.), 1989: *Ecology of soil seed banks*. London.
- Lehrstuhl für Bodenkunde, TUM-Weihenstephan 1992: *Versuchsgut Scheeyen, Bodenformen*. unveröff.
- Milton, W.E.J., 1943: The buried viable-seed content of a midland calcareous clay soil. *Empire J. Exp. Agr.* **11**: 155-167.
- Pfadenhauer, J. & Maas, D. 1987: Samenpotential in Niedermoorböden des Alpenvorlandes bei Grünlandnutzung unterschiedlicher Intensität. *Flora*, **179**: 85-97.
- Roberts, H.A., 1981: Seed banks in soil. *Adv. in Appl. Biol.* **6**, 1-55.
- Thompson, K., 1986: Small-scale heterogeneity in the seed bank of an acidic grassland. *J. Ecology*, **74**, 733-739.
- Thompson K. & Grime, J.P., 1979: Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *J. Ecol.* **67**:893-921.
- Van Altena, S. & Minderhoud, J.W., 1972: Keimfähige Samen von Gräsern und Kräutern in der Narbenschicht der niederländischen Weiden. *Z. Akker- und Pflanzenbau*, **136**: 95-109.

Danksagung

Die Forschungsaktivitäten des Forschungsverbundes Agrarökosysteme München (FAM) werden durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie unterstützt. Die Pacht- und Betriebskosten trägt das bayerische Ministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst.

Einfluß der Wechselwirkungen zwischen *Festuca pratensis* Huds. und *Trifolium repens* L. auf Biomassebildung, Trieb- und Blattmerkmale sowie Inhaltsstoffe

A. Milimonka, K. Richter, Rita Sieber *

Einleitung

Hohe Weißkleeanteile sind im Futterbau mit vielen Vorteilen verbunden. Der Weißklee wirkt positiv auf den Ertrag und die Futterqualität der Grünlandnarben und sammelt symbiontisch Luftstickstoff, der durch die Gräser genutzt werden kann. Oft schwankende Weißkleeanteile innerhalb eines Jahres sowie zwischen den Jahren gewähren keine Sicherheit der positiven Weißkleewirkungen.

Die Wechselwirkungen zwischen den assoziierenden Arten Gras/Weißklee sind u.a. in ihren Auswirkungen auf den Ertrag (Camlin, 1981) und auf ihre chemische Zusammensetzung (Lehmann & Meister 1981) untersucht worden. Wachstumsanalytische Untersuchungen konkurrenzierender Pflanzen sind eher selten. Sie können aber dazu beitragen, die Wechselwirkungen zwischen Gras und Leguminose besser zu verstehen und Ansatzpunkte für eine Steuerung des Bestandes, z.B. der Weißkleeanteile, zu liefern.

In einem Konkurrenzversuch sollen die Interaktion Wiesenschwingel/Weißklee ohne mineralische Stickstoffdüngung und Nutzung bei geringer Aufwuchshöhe (wie in intensiven Standweiden) analysiert werden.

Material und Methoden

In einem Freilandgefäßexperiment, durchgeführt von April bis September 1992 wurden die Interaktionen von *Festuca pratensis* Huds. "Benfesta" und *Trifolium repens* L. "Zerno" untersucht. Zur Einstellung der Konkurrenzstufen Sproß-, Wurzel- und volle Konkurrenz sowie der Monokulturen als Referenzpflanzen wurden Konkurrenzkästen nach Schreiber (1967) verwendet (Abb.1). Aus dieser Versuchsanlage ergibt sich ein additives Design, d.h. in den Konkurrenzstufen wird eine höhere Pflanzendichte eingestellt als in den Referenzkästen.

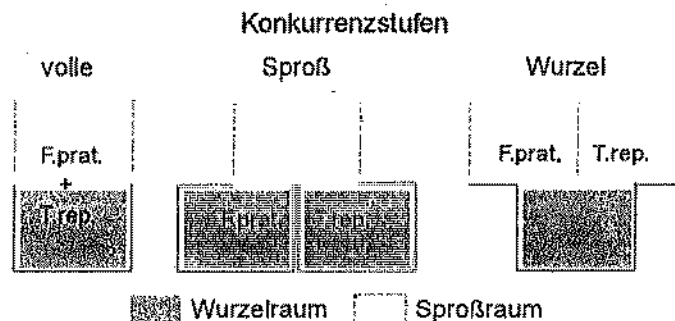


Abb.1: Konkurrenzkästen nach Schreiber (1967) zum Einstellen der Konkurrenzstufen Sproß-, Wurzel- und volle Konkurrenz; die Kästen volle Konkurrenz und die Referenzkästen sind vom Aufbau identisch

* Humboldt-Universität Berlin, Institut für Landwirtschaftlichen Pflanzenbau, FG Grünlandssysteme

Jede Konkurrenzstufe enthielt jeweils 4 Gras- und 4 Weißkleepflanzen, die Referenzkästen nur 4 Gras- oder 4 Kleepflanzen. Die Pflanzen wurden angezogen und in den Stadien 1. Fiederblatt bzw. 2. Grasblätter in die Kästen umgepflanzt. Der Boden wurde je Gefäß mit 0,5 g N, 1,3 g K und 1,0 g P angereichert.

Die Ernte der Kästen erfolgte bei einer Aufwuchshöhe von 20 cm und einer Schnitthöhe von 2,5 cm. Die oberirdische Biomasse wurde in Gras und Klee getrennt. Der Relativertrag ist nach de Wit (1960) und das Ernte/Gewichtsverhältnis (HWR) aus der oberirdischen Biomasse und der Gesamtbiomasse des 3. Schnittes errechnet worden. Trieb- und Stolonzählungen sowie die Blattlängenmessungen erfolgten wöchentlich an jeweils 2 Gras- und/oder 2 Kleepflanzen je Kasten. Zur Schätzung der spezifischen Blattfläche (SLA) wurden die Blätter von 5 Trieben und/oder 10 Kleeblätter analysiert. Die Ermittlung der Blattflächen erfolgte durch Messung der Blattgeometrie für das Gras und die Nutzung eines quantitativen Bildanalyseverfahrens für den Klee. Die Lichtmessungen (PAR) wurden mit dem Spitzensensor des "Sunfleck Ceptometers" von Delta-T Device LTD durchgeführt. Die organische Wurzelmasse analysierten wir durch auswaschen und veraschen.

Der Versuch war als Blockanlage mit 6 Wiederholungen angelegt.

Ergebnisse und Diskussion

Der Weißklee erreichte absolut höhere Erträge als das Gras. Jedoch wird der Kleeertrag in den Konkurrenzstufen Wurzel- und volle Konkurrenz durch das assoziierende Gras stark reduziert (Abb.2). Die Relativerträge (r) des Weißklee erreichten Werte um 0,5.

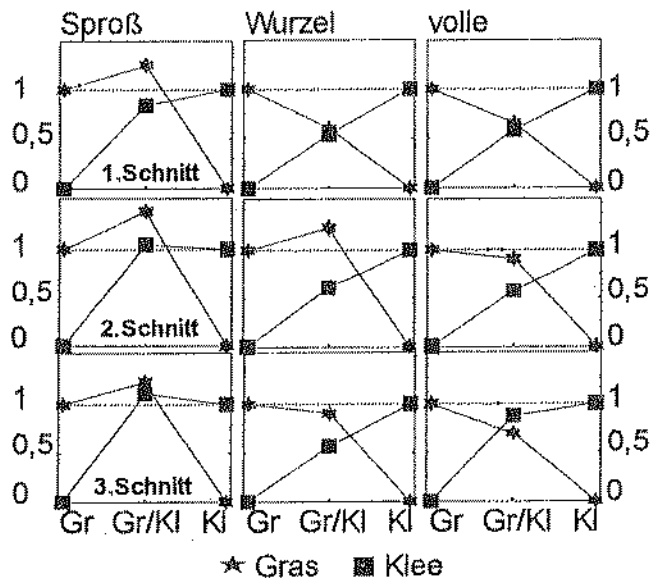


Abb.2: Relativerträge von *Festuca pratensis* Huds. und *Trifolium repens* L. in den Stufen Sproß-, Wurzel- und volle Konkurrenz zum 1., 2. und 3. Schnitt

Offensichtlich sind Wirkungen der Graswurzel dafür verantwortlich. Baan Hofman & Ennik (1982) fanden eine hohe Konkurrenzkraft in Kombination mit einer guten

Wurzelausbildung. In der Konkurrenzstufe Sproßkonkurrenz, ohne die Wechselwirkung mit der Graswurzel, war der Relativertrag des 1. Aufwuchses gering reduziert und in den folgenden Aufwüchsen kaum beeinflußt.

Das Wachstum der Graspflanzen war durch den Weißklee stark beeinflußt. Die offensichtlich bessere Nährstoffversorgung in der Stufe Wurzelkonkurrenz im 2. und 3. Aufwuchs führte zu steigenden Erträgen. Dieser Effekt war bei voller Konkurrenz, wohl bedingt durch eine schlechtere Energie- (Licht) Versorgung (Werte nicht dargestellt), nur schwach. In der Sproßkonkurrenz war der Relativertrag des Grases immer größer 1. Wenn ein Relativertrag $r > 1$ ein besseres Wachstum in der Mischung beschreibt, dann unterstützt Sproß- (Licht) Konkurrenz das Graswachstum. Der Weißklee aber erreichte eine gleiche Wuchshöhe wie das Gras und interzepte so den größten Anteil des einfallenden Lichtes.

Das HWR des Grases in der Stufe Sproßkonkurrenz war größer als in der Monokultur (Tab.1). Das Verhältnis oberirdische Biomasse/Stoppelmasse war ebenfalls in den Stufen Sproß- und volle Konkurrenz im Vergleich zu den Stufen ohne Lichtkonkurrenz zu Gunsten des Blattapparates verändert. Die stärkere Bildung oberirdischer Biomasse bei

Tab.1: Ernte/Gewichtsverhältnis (HWR), Verhältnis Ertrag/Stoppel (Etg/Sto) sowie Wurzel-trockenmasse (g/Gefäß) von *Festuca pratensis* Huds. und *Trifolium repens* L. in den geprüften Konkurrenzstufen zum 3. Schnitt

	HWR	Etg/Sto	Wurzel - TM (g/Gefäß)	
	Gras	Gras	Gras	Klee
mono	0,13	0,74	14,22	2,97
Sproß	0,24	1,33	8,95	3,65
Wurzel		0,79		
volle		0,90		
GD $\alpha = 5\%$	0,10	0,33	5,26	1,99

Sproßkonkurrenz ist durch eine veränderte Partition der Biomasse bedingt und ist kein Mehrertrag bezogen auf die Gesamtbiomasse. Die Photosyntheseprodukte wurden vermehrt für die Bildung von Sproßmasse und weniger für die Wurzel- und Stoppelmasse verwendet. Die Werte des HWR und des Verhältnisses Etg/Sto blieben beim Weißklee unbeeinflusst.

Die Triebanzahl der Gräser war ohne Weißkleekonkurrenz am höchsten und wurde bis auf 70% in den Stufen mit der durch den Klee verursachten hohen Lichtinterzeption reduziert (Abb.3). Die ab dem 03.06. erkennbaren Differenzierungen in den Triebzahlen sind in der Grasmonokultur durch ein höhere Knospennutzungsrate (sitefilling, Fs) sowie eine höhere Blatterscheinungsrate und in der Wurzelkonkurrenz durch ein höheres Fs erklärt. In der 2. und 3. Wachstumsperiode stagnierte die Triebbildung. Die geringen N-Gehalte in den Pflanzen (Abb.6) und der offensichtliche Energiemangel der Graspflanzen in den Stufen Sproß- und volle Konkurrenz können als Ursachen diskutiert werden.

Die Anzahl der Verzweigungen des Weißklee differenzierte sich zu einem frühen Zeitpunkt (Abb.4). Die Anstiege der Kurven sind ab dem 10.06. ähnlich, so daß die Ursachen für die bessere Verzweigung der Kleemonokultur in und vor diesem Zeitraum

liegen. In der Woche vom 03.-10.06. war die Lichttransmission in der Kleemonokultur bis zu 20% höher als in den anderen Stufen. Offensichtlich beeinflusst auch die Selbstbeschattung und das damit veränderte rot/dunkelrot Verhältnis die Verzweigung (Davis 1990). Unter den gegebenen Bedingungen scheint die Art der Konkurrenz keinen Einfluß auf die Verzweigung des Weißklee zu haben.

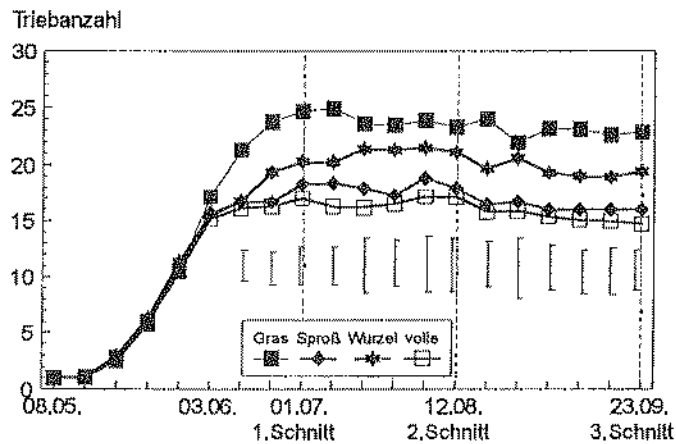


Abb.3: Triebanzahl von Festuca pratensis Huds. in den Stufen Grasmonokultur, Sproß-, Wurzel- und volle Konkurrenz in den 3 Aufwuchsperioden

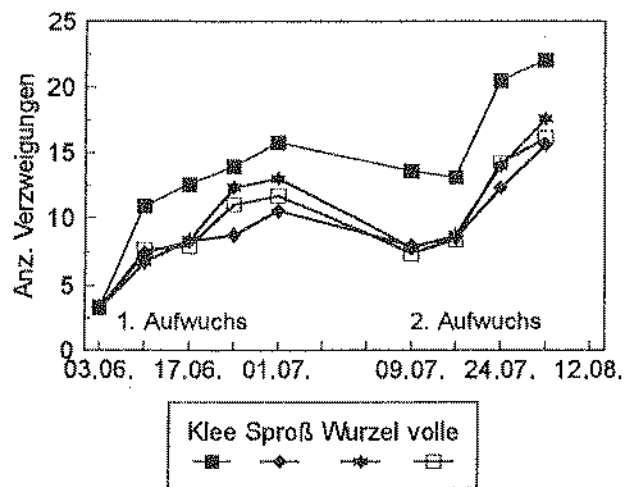


Abb.4: Anzahl der Verzweigungen von Trifolium repens L. in den Stufen Kleemonokultur, Sproß-, Wurzel- und volle Konkurrenz in den ersten beiden Aufwuchsperioden

Die Länge der Grassblätter war in allen Aufwüchsen in den Stufen Sproß- und volle Konkurrenz signifikant größer als in der Monokultur und in der Wurzelkonkurrenz. Mit Beginn signifikant höherer Lichtinterzeptionen (ab 26. Aug.) in den Stufen Sproß- und volle Konkurrenz begann ein verstärktes Längenwachstum der unter Beschattung

wachsenden Gräser (Abb5). Die Werte für die Spezifischen Blattflächen waren unter den Bedingungen eines Lichtmangels ebenfalls signifikant erhöht.

Die untersuchten Blattmerkmale des Weißkleees waren nicht wesentlich beeinflusst.

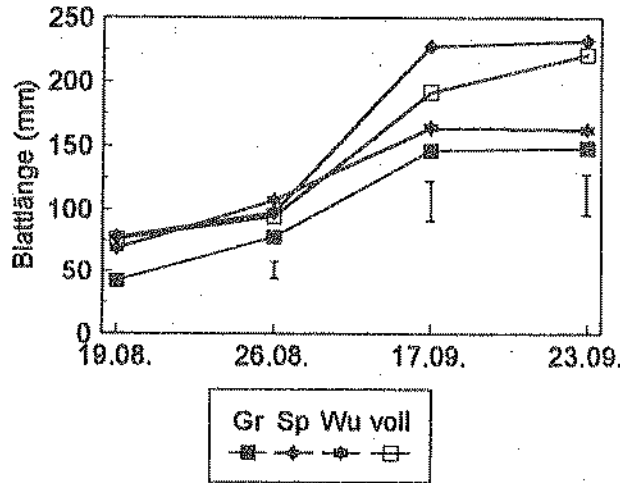


Abb.5: Entwicklung der Blattlänge (mm) des jüngsten voll erschienenen Grasblattes in den Stufen Grasmonokultur, Sproß-, Wurzel- und volle Konkurrenz im dritten Aufwuchs

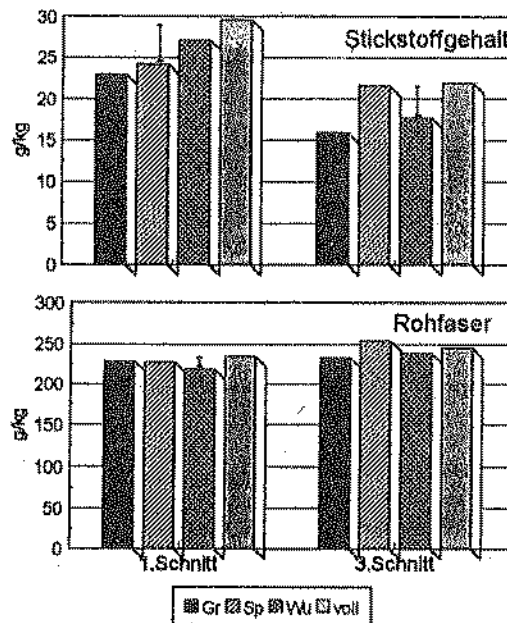


Abb.6: Gehalt an Stickstoff und Rohfaser von Festuca pratensis Huds. in Abhängigkeit von den Konkurrenzstufen Grasmonokultur, Sproß-, Wurzel- und volle Konkurrenz zum 1. und 2. Schnitt

Durch die Wechselwirkung Gras/Leguminose wurde vor allem der Stickstoffgehalt des Wiesenschwiegels beeinflusst (Abb.6). Im ersten Aufwuchs stieg der N-Gehalt in den Prüfgliedern mit Kleekonkurrenz gegenüber Grasmonokultur an. Auch unter Sproß-

konkurrenz war, wie nach der Literatur (Jelmini & Nösberger 1978) zu erwarten, der N-Gehalt in den Graspflanzen höher, Die vor allem im 3. Aufwuchs erwartete Wirkung des N-Transfers war gering und blieb bezüglich des N-Gehaltes deutlich unter der vom Klee hervorgerufenen Wirkung der Beschattung.

Der Rohfasergehalt war bei Lichtmangel ebenfalls tendenziös erhöht. Eine vermehrte Investition der Assimilate in das Stützgewebe der etiolierten Pflanzen könnte ursächlich damit in Verbindung stehen.

Zusammenfassung

Bei einer Nutzung zu einem Zeitpunkt zu dem das Gras den Klee noch nicht überwachsen hat kann es zu Lichtmangelsituationen für das Gras kommen. In der Folge wird die Partition der Biomasse verändert. Der Wiesenschwingel bildet zur Verbesserung der Photosynthesesituation verstärkt erntbare Biomasse aus und reduziert die Stoppel- und Wurzelmasse.

Der Weißklee wird bei solcher Nutzung durch die oberirdische Grasbiomasse kaum beeinflusst, reagiert aber auf Wechselwirkungen mit der Graswurzel mit zurückgehender Biomasseproduktion.

Literatur

- Bann Hofman, T.; Ennik, G.C. (1982): The effect of root mass of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) on the competitive ability with respect to couchgrass (*Elytrigia repens* (L.) Desv.). *Neth. J. agric. Sci.* 30, 275-283
- Camlin, M. (1981): Competitive Effects between ten cultivars of perennial ryegrass and three cultivars of white Clover grown in association, *Grass and Forage Science* 36, 169-178
- Davis, A.; Evans, M.E. (1990): Axillary bud development in White clover in relation to defoliation and shading treatments. *Annals of Botany* 66, 349-359
- de Wit, C.T. (1960): On competition. *Landbouwk. Onderzoek.* No. 66.8
- Jelmini, G.; Nösberger, J. (1978): Einfluß der Lichtintensität auf die Ertragsbildung und den Gehalt an nichtstrukturbildenden Kohlenhydraten und Stickstoff von *F.pratensis* Huds., *L.multiflorum* L., *T.pratense* L. und *T.repens* L. *Z. Acker- und Pflanzenbau* 146, 154-163
- Lehmann, J.; Meister, E. (1981): Die gegenseitige Beeinflussung von Klee und Gräsern bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung in bezug auf Wachstum, Eiweiß-, Rohfaser- und Mineralstoffgehalt. *Z. Acker- und Pflanzenbau* 151, 24-41
- Schreiber, M. (1967): A technique for studying weed competition in forage legume establishment. *Weeds* 15, 1-4.

Leistungsmerkmale von Rotklee und Rotklee/Gras-Gemengen

M. Wachendorf¹, A. Kornher¹, F. Teube²

1. Einleitung und Problemstellung

Zahlreiche Untersuchungen beschäftigen sich mit der Problematik der Ertragsleistung und Futterqualität von Rotklee und Klee-Gras-Gemengen in Abhängigkeit von der Grasart. In englischen Versuchen, z.B. Frame, (1976) und (1987), McBratney (1981), erwies sich *Lolium perenne* hinsichtlich der Futterqualität und -quantität regelmäßig als optimaler Gemengepartner, während Meinsen (83) für Mecklenburg-Vorpommern eine Kombination mit Welschem Weidelgras bzw. Wiesenlieschgras oder Wiesenschwingel empfiehlt. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, mögliche Produktionsalternativen im Ackergras- bzw. Klee-Gras-Anbau hinsichtlich Ertragsleistung und Futterqualität zu bewerten, wobei die Versuchsfaktoren Art bzw. Artengemenge, Nutzungsregime und Stickstoffzufuhr als Steuerungsinstrumente in den Produktionssystemen dienen. Hierbei wurde neben der üblichen erntzeitpunkt-bezogenen Betrachtungsweise besonderes Gewicht auf die Untersuchung der Dynamik von Ertragsbildung und Qualitätsentwicklung im Verlauf der Aufwüchse gelegt. Die erhobenen Daten dienen wiederum der Weiterentwicklung des am Lehrstuhl entwickelten Computer-Simulationsmodells.

2. Material und Methoden

Schwerpunkt der Untersuchungen war der Standort Schaedtбек, der mit Parabraunerden, Pseudogleyen und Kolluvien in kleinräumiger Variation als ein für das östliche Hügelland Schleswig-Holsteins typischer Standort charakterisiert ist. Der Feldversuch wurde als Spaltanlage im Herbst 1991 als Blanksaat nach Wintergerste angelegt.

Tab. 1: Versuchsaufbau und Charakterisierung der Versuchsstandorte

<u>Faktoren:</u>	<u>Stufen:</u>
1. Standort	Schaedtбек (sL), Kerkendamm (hS)
2. Nutzungsfrequenz	3 x Schnitt, 4 x Schnitt
3. Stickstoffdüngung	0 bis 480 kg/ha
4. Arten/Mischungen	Rotklee RK (LERO), 10 kg/ha Deutsches Weidelgras DW (FENNEMA), 28 kg/ha Welsches Weidelgras WW (LEMA), 32 kg/ha Knautgras KG (BARAULA), 24 kg/ha RK x DW (10 x 23 kg/ha), RK x WW (10 x 24 kg/ha), RK x KG (10 x 22 kg/ha)

Maßgebend für die Wahl des Schnittzeitpunktes war für die 3-Schnittnutzung das Erreichen des Blühbeginns des Klees, im Falle der 4-Schnittnutzung das Erscheinen der Grasinfloreszenzen. Sowohl der Rot-

¹) Lehrstuhl Grünland u. Futterbau, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Holzkoppelweg 2, 24118 Kiel

²) Fachhochschule Kiel, Fachbereich Landbau, Am Kamp 11, 2370 Rendsburg

klée, als auch die Gräser wurden in Reinsaat und in 2-Arten-Gemengen angesät, und bis auf den Klee, der als ungedüngte Vergleichsvariante diente, durch sämtliche N-Stufen geführt. Beginnend 14 Tage nach Aufwuchsbeginn bzw. N-Düngung erfolgte eine Ertragsbeprobung in wöchentlichem Abstand. Zur qualitativen Charakterisierung der Bestände und ihrer Einzelkomponenten dient der Rohproteingehalt, der im sequentiellen Verfahren ermittelte NDF-, ADF-, und ADL-Gehalt nach VAN SOEST (1991) sowie die geschätzte in vivo-Verdaulichkeit der organischen Masse (IVVOM) mit Hilfe der Zellulasemethode nach FRIEDEL und POPPE (1990). Für sämtliche Parameter wurden Kalibretionen mittels des Nah-Infrarot-Spektroskopie-Verfahrens erstellt (Tab. 2). Die Auswahl von ca. 150 Kalibrationsproben erfolgte mit dem SELECT-Programmmodul der Firma ISI getrennt für beide Jahre. Für sämtliche Parameter erwies sich die 1. oder 2. Ableitung des logarithmierten, inversen Reflexionsspektrums als die im Hinblick auf die Minimierung des Schätzfehlers optimale, mathematische Behandlung. Die besseren Schätzergebnisse für das Material des 2. Hauptnutzungsjahres beruhen unter anderem auf einem verbesserten Kalibrationsaufbau, bei dem systematisch Proben aller Pflanzenorgane der Arten in die Kalibration integriert wurden.

Tab. 2: Statistische Kennzahlen der NIRS-Schätzgleichungen mit Rotklee/Gras-Materiel (n: Probenzahl; SEC/SEP: Standardfehler der Kalibration bzw. Validation; RSQ: Bestimmtheitsmaß)

	n	Kalibration		n	Validation	
		SEC	RSQ		SEP	RSQ
Rohprotein						
1. HNJ	145	1,35	0,95	80	1,32	0,93
2. HNJ	160	1,08	0,98	85	1,26	0,96
IVVOM						
1. HNJ	141	1,92	0,90	80	2,45	0,90
2. HNJ	143	1,15	0,97	85	1,49	0,92

3. Produktivität und Zusammensetzung der Bestände

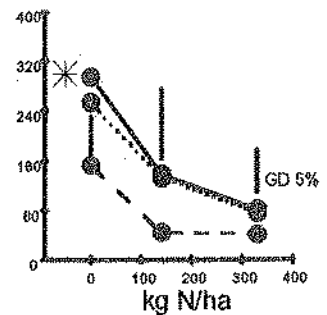
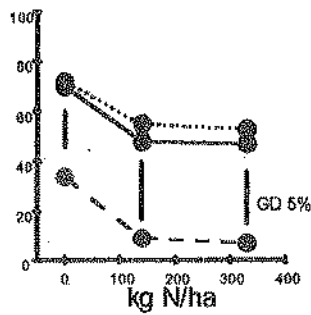
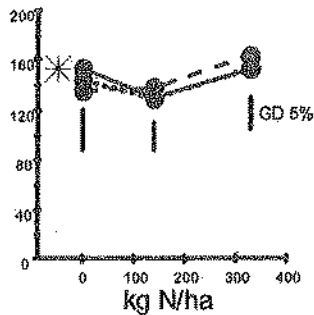
Die Trockenmasseerträge des Rotklee-Reinbestandes sowie der Gemenge liegen unabhängig von der Stickstoffdüngung in beiden Hauptnutzungsjahren bei 130 bis 160 dt/ha/Jahr, wobei ein Einfluß der Grasart statistisch nicht abzusichern ist (Abb. 1). Dagegen bestimmt die Grasart entscheidend die Bestandeszusammensetzung, insofern als das konkurrenzstarke WW im 1. Hauptnutzungsjahr den gedüngten und vom Boden nachgelieferten Stickstoff - der ungedüngte WW-Reinbestand vermag 80 kg/ha aufzunehmen - optimal verwertet und den Klee vergleichsweise stark unterdrückt. Im 2. Hauptnutzungsjahr schwächt sich die Kampfkraft des WW ab, wohingegen das KG sich zunehmend durchsetzt. Analog zum Kleeanteil verhält sich die Stickstoffierungsleistung, die nach der Differenzmethode ermittelt wurde. Grund für die Erhöhung der Werte für die beiden Weidelgras-Gemenge um ca 30% im 2. Hauptnutzungsjahr dürfte die um die Hälfte reduzierte N-Nachlieferung aus dem Boden und die erhöhten Kleegehalte dieser Bestände sein.

TM-Ertrag [dt/ha]

Kleeanteil [% d. TM]

N-Fixierung [kg/ha]

1. Hauptnutzungsjahr



2. Hauptnutzungsjahr

RK x DW RK x WW RK x KG RK

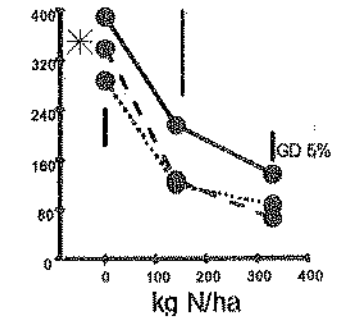
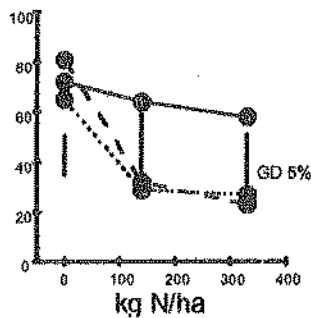
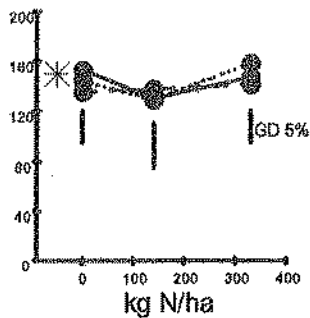
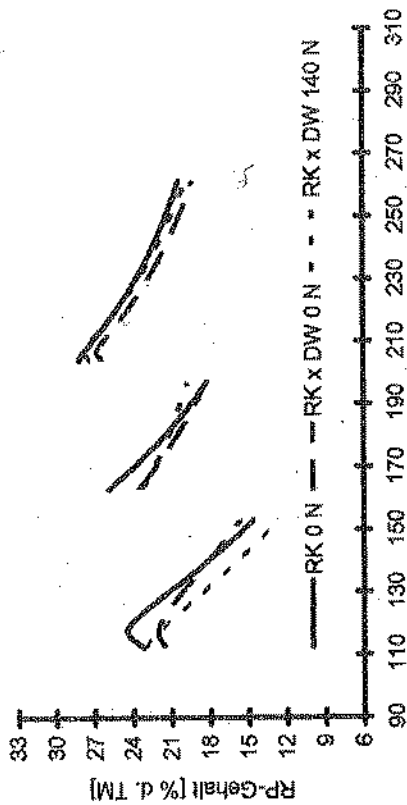


Abb. 1: TM-Ertrag [dt/ha], Kleeanteil [% d. TM] und N-Fixierungsleistung [kg/ha] des Rotkleees und der Rotklee/Gres-Gemenge bei 3maligem Schnitt

4. Qualitätsveränderung in den Aufwüchsen bei variiertem Graspartner und Stickstoffdüngung

Die Darstellung der Qualitätsverläufe beschränkt sich auf die Rohproteingehalte und die IVVOM des Rotkleees und der Gemenga mit den beiden Weidelgräsern bei 3maliger Schnittnutzung. Die statistische Verrechnung erfolgte aufwuchsspezifisch mit dem Verfahren der 'Gemischten Modalle', mit dem sowohl fixe (z.B. Faktor Bestandstyp) als auch randomisierte Effekte (z.B. Kovarianzen zwischen benachbarten Probenahmeterrinen) gleichzeitig modelliert werden können. Mittelwertvergleiche auf der Grundlage der Verlaufsdaten wurden mit Hilfe linearer Kontraste durchgeführt. Die Verläufe wurden geglättet mit der Wachstumsfunktion nach BOGUSLAWSKI und SCHNEIDER (1961). Bei den Anpassungen ergaben sich Bestimmtheitsmaße von durchschnittlich 0,95 bei Standardfehlern von unter 1% absolut. Für alle Varianten und Aufwüchse ergaben sich sehr hoch signifikante Termineffekte. Die Interaktion Bestand x Termin war in der Regel nicht signifikant. Generell konnte kein Einfluß der Gräser bzw. der N-Düngung auf die Inhaltsstoffe des Kleees nachgewiesen werden. Das in der mittleren Reifegruppe eingestufte Deutsche Weidelgras unterscheidet sich im Proteingehalt auf den vorliegenden Düngerniveaus nicht signifikant vom Rotklee (Abb.2). Lediglich in den ersten Aufwüchsen beider Nutzungsjahre kommt es zu einem er-

1. Hauptnutzungsjahr



2. Hauptnutzungsjahr

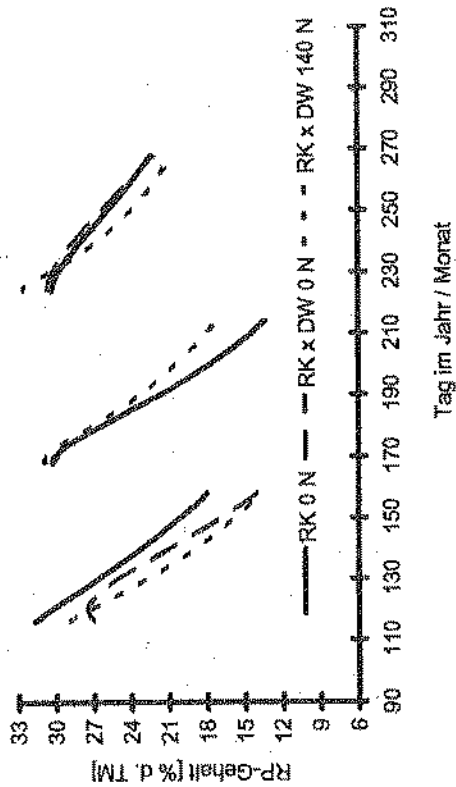
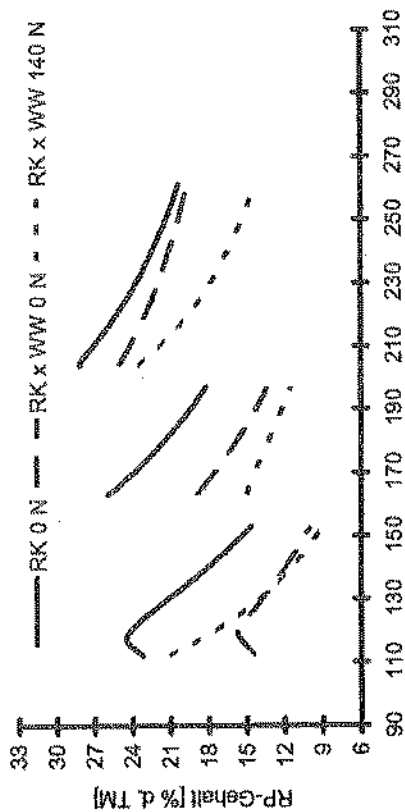


Abb. 2: Entwicklung des RP-Gehaltes [% d. TM] im Zuwachsverlauf von Rotklee und Rotklee/Deutsches Weidelgras-Gemenge (0 u. 140 kg N/ha/J)

1. Hauptnutzungsjahr



2. Hauptnutzungsjahr

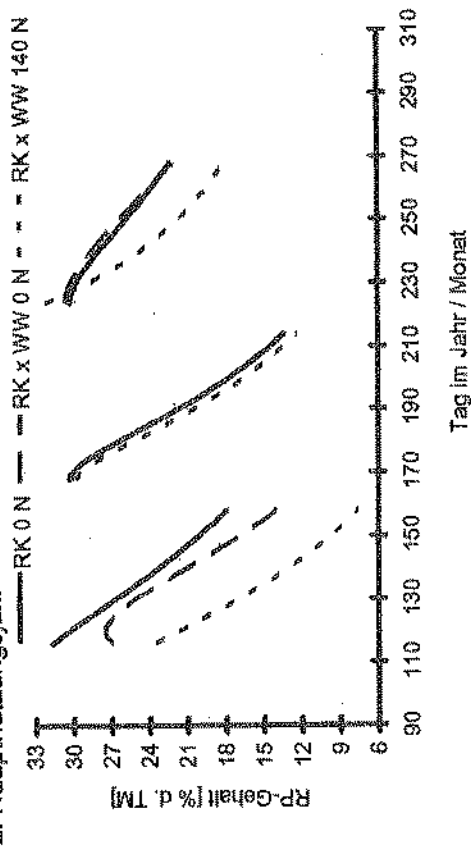
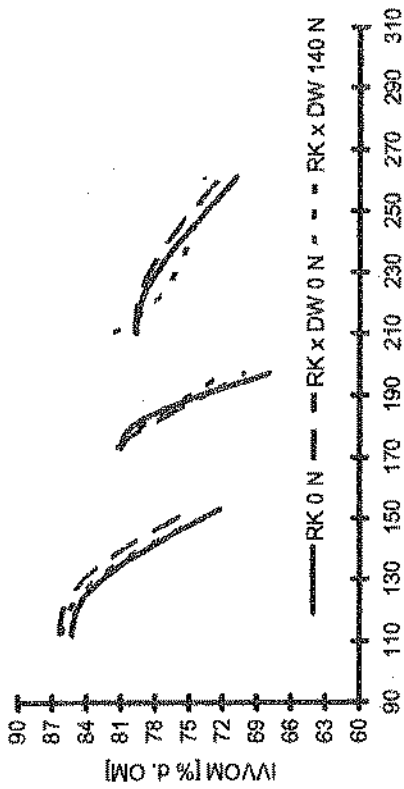


Abb. 3: Entwicklung des RP-Gehaltes [% d. TM] im Zuwachsverlauf von Rotklee und Rotklee/Weisches Weidelgras-Gemenge (0 u. 140 kg N/ha/J)

1. Hauptnutzungsjahr



2. Hauptnutzungsjahr

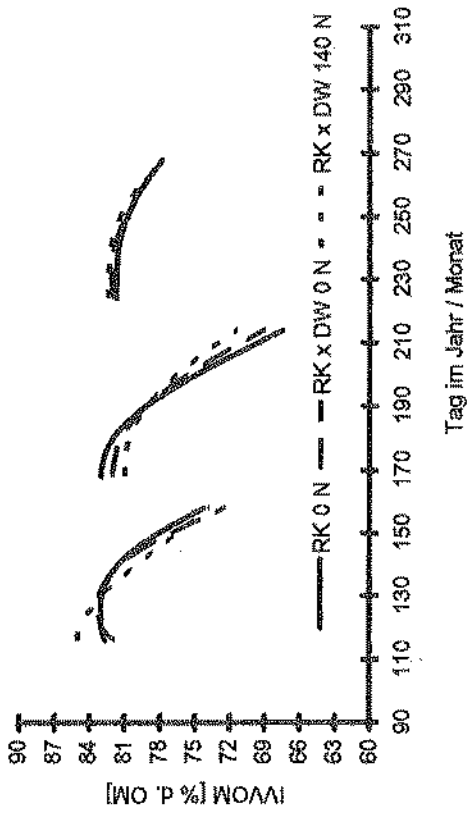
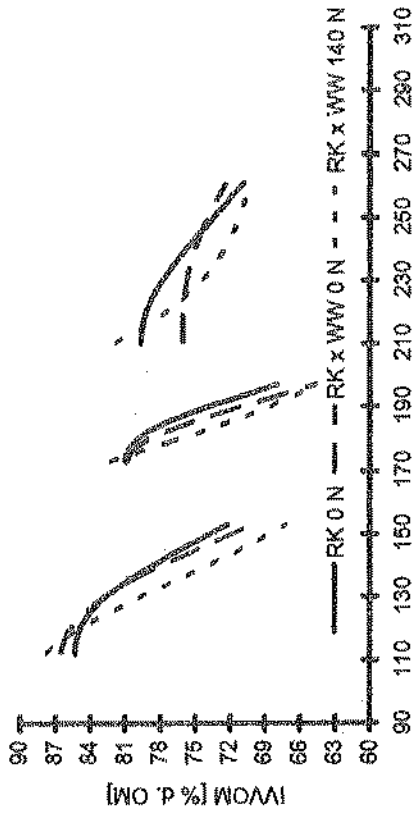


Abb. 4: Entwicklung der geschätzten in vivo-Verdaulichkeit [% d. OM] im Zuwachsverlauf von Rotklee und Rotklee/Deutsches Weidelgras-Gemenge (0 u. 140 kg N/ha/J)

1. Hauptnutzungsjahr



2. Hauptnutzungsjahr

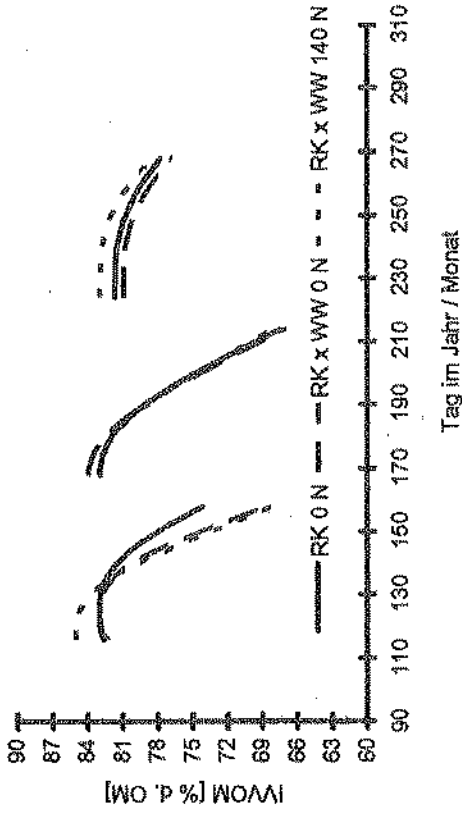
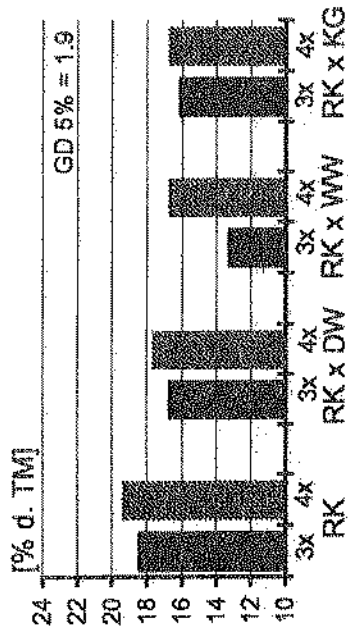


Abb. 5: Entwicklung der geschätzten in vivo-Verdaulichkeit [% d. OM] im Zuwachsverlauf von Rotklee und Rotklee/Weisches Weidelgras-Gemenge (0 u. 140 kg N/ha/J)

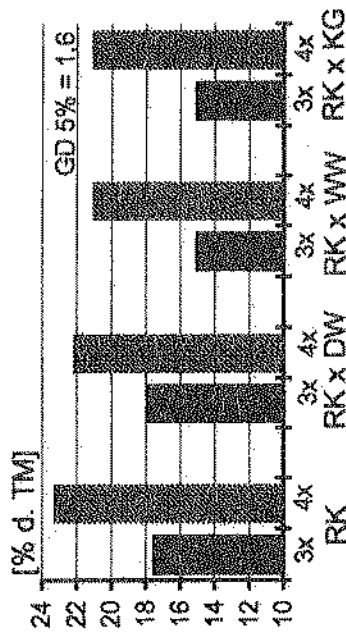
kennbaren Verdünnungseffekt im grasbürtigen Rohprotein-Gehalt, der bei den im 1. Aufwuchs noch relativ hohen Grasanteilen von 40% ohne N-Düngung bzw. 90% bei 140 kg N zu einem statistisch absicherbaren Rohprotein-Gehaltsabfall im Gesamtbestand führt. Dieser ist im 2. Hauptnutzungsjahr noch betont, da hier die bodenbürtige N-Nachlieferung gegenüber dem 1. Hauptnutzungsjahr deutlich reduziert ist. Ein milder Winter und reichlich vorhandene Bodenstickstoffreserven ermöglichen dem Welschen Weidelgras im 1. Hauptnutzungsjahr einen frühen Wachstumsbeginn und damit deutliche Konkurrenzvorteile. Mit Ertragsanteilen von über 80 bzw. 90% im 1. Aufwuchs des 1. Hauptnutzungsjahres kann es durch die verabreichten N-Mengen nicht ausreichend ernährt werden, und sorgt daher wie auch in den Folgeaufwüchsen mit nennenswerten Anteilen im Bestand für eine hoch signifikante Absenkung des Rohprotein-Gehaltes um bis zu 10% absolut gegenüber dem reinen Rotklee (Abb. 3). Die von zahlreichen Autoren berichtete Erhöhung der Verdaulichkeit durch eine Kombination des Rotklee mit Deutschem Weidelgras kann nur für die Aufwüchse des 1. Hauptnutzungsjahres unter Einbeziehung der Verlaufsdaten statistisch abgesichert werden (Abb. 4). Allgemein zeigen die Bestände im ersten und zweiten Aufwuchs einen steileren Abfall als im dritten, wo sich die meisten Klee- und Grastriebe lediglich in vegetativen Entwicklungsstadien befinden. Der Gemengeanbau mit Welschem Weidelgras hat besonders in den 1. Aufwüchsen eine hoch signifikante Erniedrigung der Verdaulichkeit um bis zu 6% absolut gegenüber dem reinen Rotklee zur Folge (Abb. 5). Auch die Varianzanalyse ergibt signifikant niedrigere Verdaulichkeitswerte mit deutlich weniger als 70% für diese Gemenge, was insgesamt darauf hindeutet, daß ein 3maliger Schnitt solcher Bestände keine für hochleistende Tiere ausreichende Futterqualitäten erzielt.

Bei der Betrachtung der Qualitätswerte zu den Nutzungszeitpunkten werden im Falle der Gemenge Mittelwerte aus den beiden N-Stufen 0 und 140 kg/ha verwendet, da überwiegend kein signifikanter Einfluß der Stickstoffdüngung nachweisbar ist. Bei einem häufigeren Schnitt erhöht sich der Rohproteingehalt des geernteten Futters (Abb. 6) um durchschnittlich 2% auf 18% im 1. und um 5% auf 22% Rohprotein im 2. Hauptnutzungsjahr, wobei die Niveauunterschiede zwischen den Bestandestypen hochsignifikant sind. Auch für die Verdaulichkeit (Abb. 7) entspricht die nicht signifikante Interaktion Nutzungsregime x Bestandestyp bei gleichzeitig hochsignifikanten Haupteffekten einer gleichsinnigen Erhöhung der Werte aller Bestände durch einen 4maligen Schnitt. Im Mittel aller Bestände ergeben sich für die 3-Schnittnutzung Verdaulichkeiten von ca. 72%, während bei 4maligem Schnitt das Futter in seinen organischen Bestandteilen zu ca. 78% verdaulich ist. Dies entspricht einer Verbesserung der Verdaulichkeit um ca. 6% in beiden Hauptnutzungsjahren. Anders als die Gehalts- und Verdaulichkeitswerte liegt der aus den Verdaulichkeiten abgeleitete Energieertrag (Abb. 8) in beiden Schnittregimen mit annähernd 80 im 1. und ca. 85 GJ NEL/ha/Jahr im 2. Hauptnutzungsjahr auf ähnlich hohem Niveau. Die Bestandestypen unterscheiden sich hierbei nicht signifikant voneinander.

1. Hauptnutzungsjahr



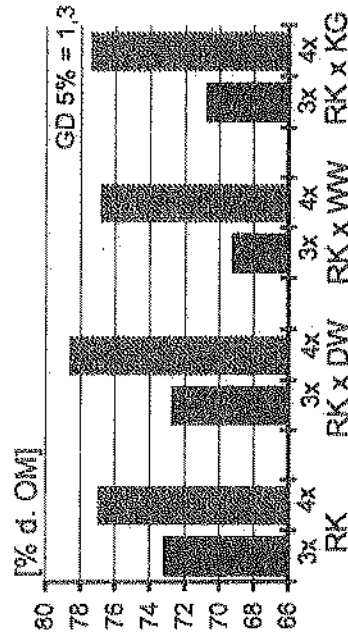
2. Hauptnutzungsjahr



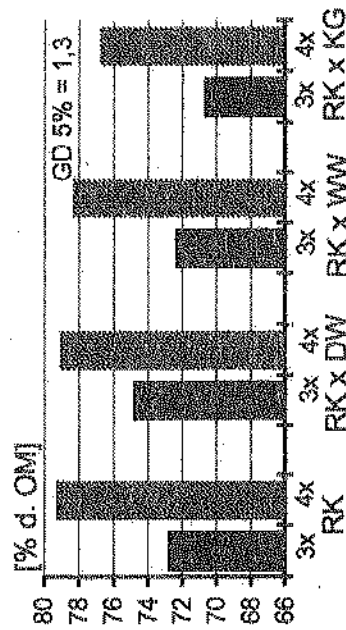
Nutzungsregime R 1. HNJ 2. HNJ
 Bestandestyp G xxx xxx
 N-Düngung N ns ns
 R x G ns ns
 (ns: nicht signifikant; x: p<0,05; xx: p<0,01; xxx: p<0,001)

Abb. 6: Rohproteingehalte [% d. TM] des Rotkleees und der Rotklee/Gras-Gemenge im Jahresmittel (Varianzanalyse und Mittelwertvergleiche mit Werten der Nutzungszeitpunkte)

1. Hauptnutzungsjahr



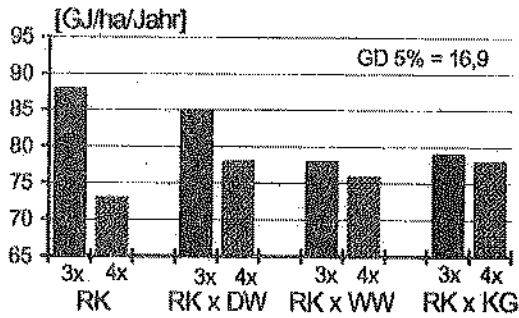
2. Hauptnutzungsjahr



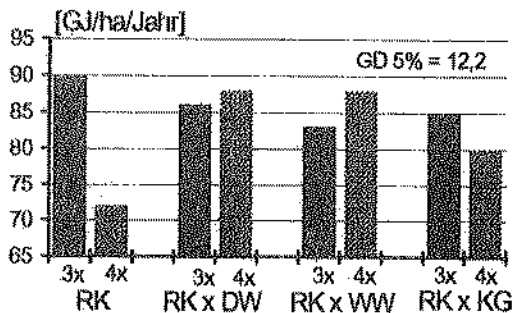
Nutzungsregime R 1. HNJ 2. HNJ
 Bestandestyp G xxx xxx
 N-Düngung N ns ns
 R x G ns ns
 (ns: nicht signifikant; x: p<0,05; xx: p<0,01; xxx: p<0,001)

Abb. 7: Verdaulichkeit [% d. OM] des Rotkleees und der Rotklee/Gras-Gemenge im Jahresmittel (Varianzanalyse und Mittelwertvergleiche mit Werten der Nutzungszeitpunkte)

1. Hauptnutzungsjahr



2. Hauptnutzungsjahr



	1. HNJ	2. HNJ
Nutzungsregime (R)	ns	ns
Bestandestyp (G)	ns	ns
N-Düngung (N)	ns	x
R x G	ns	ns

(ns: nicht signifikant; x: p<0,05; xx: p<0,01; xxx: p<0,001)

Abb. 8: Energieertrag [GJ NEL/ha/Jahr] des Rotklee und der Rotklee/Gras-Gemenge (Varianzanalyse und Mittelwertvergleiche mit Werten der Ertragszeitpunkte)

5. Zusammenfassung

- Der TM-Ertrag von Klee-Gras-Gemengen wird nur in geringem Maße durch die Grasart bestimmt. Dagegen stellt sie den Haupteinflussfaktor auf die Bestandszusammensetzung und damit auf die Stickstoff-Fixierungsleistung dar.
- Eine kontinuierliche Beprobung der Bestände im Aufwuchsverlauf gibt Aufschluß über die Ertragsbildung und Entwicklung der

Futterqualität, wodurch Erkenntnisse über andere, mögliche Nutzungszeitpunkte als den im Versuch gewählten gewonnen werden.

- Der Übergang von einem 3maligen Schnitt zur 4-Schnittnutzung erbringt bei unveränderten Energie-Erträgen pro Flächeneinheit höhere Proteingehalte und Verdaulichkeiten im geernteten Futter. Die Konzentration und Verdaulichkeit der Inhaltsstoffe wird dabei signifikant durch die Art des Graspartners beeinflusst.

6. Literatur

BOGUSLAWSKI, E. v. und B. SCHNEIDER, 1961.: Die dritte Annäherung des Ertragsgesetzes, 1. Mitt. Z. Acker- und Pflanzenbau 114: 221-236

FRAME, J., 1976: The potential of tetraploid red clover and its role in the United Kingdom. J. Br. Grassl. Soc. 31: 139-152.

FRAME, J. and R.D. HARKESS, 1987: The productivity of four forage legumes sown alone and with each of five companion grasses. Grass and Forage Sci. 42: 213-223.

FRIEDEL, K. und S. POPPE, 1990: Ein modifiziertes Zellulaseverfahren als Methode zur Schätzung der Verdaulichkeit von Grobfutter. G4-Bericht, WPU Rostock, WB Tierernährung, 150 pp.

McBRATNEY, J.M., 1981: Productivity of red clover grown alone and with companion grasses over a four-year period. Grass and Forage Sci. 36: 267-279.

MEINSEN, C., 1983: Pflanzenbauliche Aspekte der Ertragsprogrammierung beim Anbau von Rotklee und Rotklee-Gras. Hrg.: Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR.

VAN SOEST, P.J., J.B. ROBERTSON and B.A. LEWIS, 1991: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.

Generative Diasporenbank (Samenbank) ausgewählter Grünlandstandorte der Bracheversuche Baden-Württemberg
Doris Hülß *

1. Einleitung - Zielsetzung

Infolge des fortschreitenden Strukturwandels in der Landwirtschaft wurden in den letzten drei Jahrzehnten zunehmend auch Grünlandflächen brachegelegt. Hiervon waren zunächst vorrangig Grenzertragsböden betroffen. In jüngerer Zeit sind die Ursachen jedoch zunehmend im sozio-ökonomischen Bereich zu suchen. Um die anfallenden Flächen vor der sukzessiven Wiederbewaldung zu bewahren, entstand die Notwendigkeit, für Grünlandbrachen geeignete Mindestpflegemaßnahmen zu entwickeln. Zu diesem Zweck wurde bereits 1975 in Baden-Württemberg das Forschungsprojekt zur "Offenhaltung der Kulturlandschaft" (Bracheversuche) eingeleitet, in dessen Mittelpunkt die Auswirkungen unterschiedlicher Landschaftspflegemaßnahmen auf Boden und Vegetation stehen. Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden 1975 vierzehn in ganz Baden-Württemberg verteilte, ehemals als Grünland genutzte Dauerversuchsflächen eingerichtet mit Schwerpunkt in den Zentren der Verbrachung, zu denen u. a. die Schwäbische Alb und der Hochschwarzwald zählen. Jede Fläche ist in streifenförmig nebeneinander gelegte, unterschiedlich gepflegte Parzellen unterteilt. Neben umfangreichen Bodenuntersuchungen war das vorrangige Ziel der Bracheversuche bisher, anhand von Deckungsgradschätzungen in fest markierten Dauerquadraten die Vegetationsentwicklung bei ungestörter Sukzession, d.h. ohne jegliche Eingriffe sowie bei verschiedenen extensiven Pflegemaßnahmen zu erfassen (vgl. u. a. SCHREIBER, 1977; SCHIEFER, 1981; NEITZKE, 1991).

Nach POSCHLOD (1991) ist die Erfassung der floristischen Zusammensetzung allein jedoch nicht geeignet, kausale Ursachen der Sukzession zu erklären. Hierbei spielen neben Standortfaktoren insbesondere populationsbiologische Parameter einzelner Arten wie beispielsweise die Ausbreitung der Diasporen, der Diasporenvorrat im Boden, etc. eine große Rolle (POSCHLOD, 1991; BERNHARDT, 1994). Aufgründessen wurde während der Vegetationsperioden 1992 und 1993 die generative Diasporenbank von sechs der vierzehn bestehenden Versuchsflächen erfaßt.

Ziel der Untersuchungen war, sowohl Artenspektrum als auch Potential an keimbereiten Samen von seit 1975 unterschiedlich gepflegten Grünlandbrachflächen zu ermitteln, sowie Einflüsse von Standort, Lagerungstiefe der Samen im Boden und Pflegemaßnahmen zu erfassen.

2. Material und Methoden

2.1 Versuchsstandorte

Die Lage der sechs ausgewählten Versuchsstandorte sowie wesentliche Standortparameter sind aus Tabelle 1 zu ersehen.

* Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenbau und Grünland (340), Fruwirthstr. 23, 70599 Stuttgart

Tabelle 1: Übersicht der Versuchsstandorte, ihrer Lage sowie einiger Standortparameter

Versuchs- anlage	Landschaft	Höhe ü. NN	ϕ Jahres- temperatur	ϕ Jahresnie- derschläge	vorherrsch. Bodentyp	Ausgangs- vegetation
Oberstetten (O)	Taubergebiet	380 m	8,5-9,0 °C	700 mm	kalkhaltige Terra fusca	Salbei-Glatt- haferwiese
Rangendingen (R)	südwestl. Keuper- stufenrand	460 m	7,5-8,0 °C	750 mm	Pelosol	halbtrockene Magerwiese
St. Johann (St.J)	mittlere Kuppenalb	760 m	6,0-6,5 °C	1000 mm	Braunerde- Rendzina	halbtrockene Magerweide
Ettenheim- münster (E)	mittlerer Schwarzwald	290 m	8,0-8,5 °C	900 mm	Braunerde	typische Glatthaferwiese
Fischweiler (F)	Albtal Nordschwarzwald	220 m	8,0-8,5 °C	950 mm	Gley und Niedermoor	Glatthafer- Sumpfdotterblu- menwiese
Bernau (B)	südlicher Hochschwarzwald	1100 m	5,5-6,0 °C	1800 mm	Braunerde	Flügelginster- weide

2.2 Untersuchte Pflegemaßnahmen

Ziel war es, für die Samenbankuntersuchungen einen möglichst breiten Querschnitt an unterschiedlichen Pflegemaßnahmen heranzuziehen. Daher wurden von den ausgewählten Versuchsflächen folgende, seit 1975 entsprechend dem Versuchsprogramm gepflegte Parzellen in die Samenbankuntersuchungen miteinbezogen:

- 2M: Mulchen zweimal jährlich - Mitte Juni und Mitte August
- 1Ms: Mulchen einmal jährlich spät - Mitte August
- M2: Mulchen jedes zweite Jahr - Mitte August
- KBj: kontrolliertes Brennen jährlich - Spätherbst/Winter
- US: ungestörte Sukzession - keinerlei Eingriffe seit 1975
- BW: Beweidung - nur in St. Johann (mit Schafen) und in Bernau (mit Rindern)

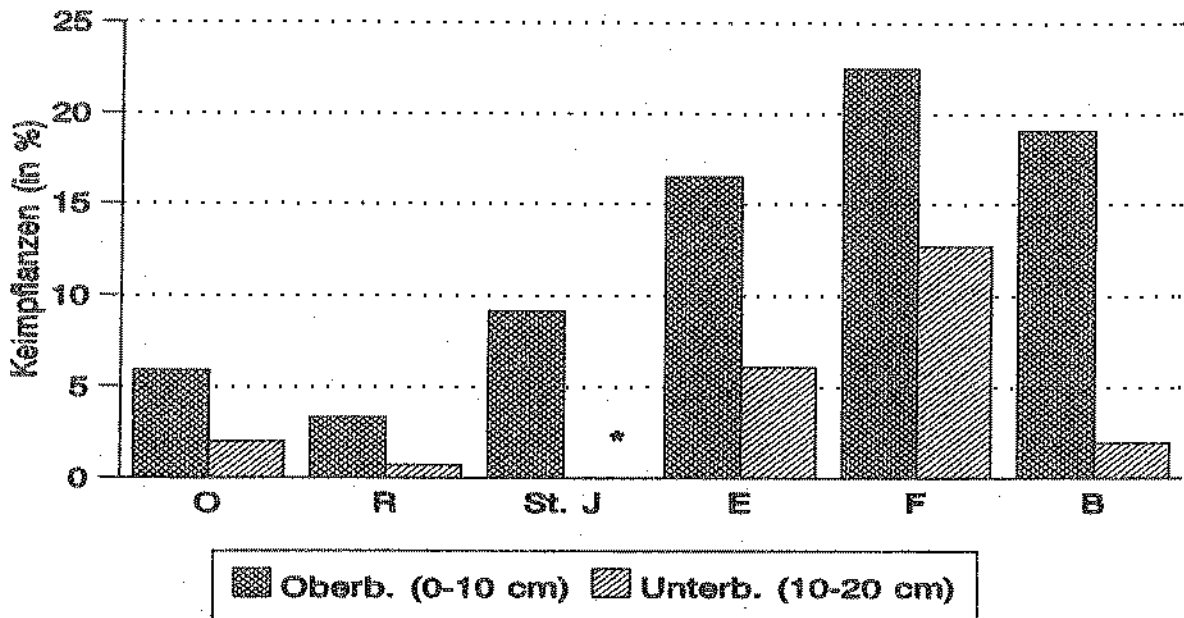
2.3 Bestimmung der Samenbanken

Begriffserklärung: Untersucht wurde die langfristige (= persistente / permanente) generative Diasporenbank, im deutschen Sprachgebrauch vom englischen "seed bank" zumeist "Samenbank" genannt. Die persistente Samenbank umfaßt im Sinne von THOMPSON & GRIME (1979) länger als ein Jahr im Boden lagernde, keimfähige Diasporen.

NUMATA(1984) sieht die Auflaufmethode - häufig finden sich auch die Begriffe Keimungs- oder Kultivierungsmethode - als die exakteste Methode zur Bestimmung der Samenbank an. Ziel dieses Verfahrens ist es, möglichst viele der bodenlagernden Samen zur Keimung zu bringen (ROBERTS, 1981). Für die vorliegenden Untersuchungen wurden im März 1992 zu Beginn der Vegetationsperiode mittels Bohrstock ($\phi = 4$ cm) innerhalb jeder untersuchten Parzelle gleichmäßig verteilt 50 Bodenproben entnommen und in zwei Bodenschichten (0-10 cm und 10-20 cm) unterteilt. Das Probenmaterial jeder untersuchten Samenbank entsprach somit einer Fläche von 625 cm^2 ($= 1/16 \text{ m}^2$) und folglich einem Volumen von ca. 6.250 cm^3 . Die Bodenproben wurden luftgetrocknet, von Hand gekrümelt und gesiebt, um möglicherweise wieder austreibende Rhizome und andere vegetativen Pflanzenreste zu entfernen. Anschließend wurde das Probenmaterial über einem Bewässerungsvlies in einer je nach Bodenart 2 bis 4 cm hohen Schicht in 40×60 cm große Schalen gefüllt und für ca. 19 Monate (April 1992 bis Oktober 1993) unter Freilandbedingungen aufgestellt. Gegen den Eintrag von anemochoren (windverbreiteten) Samen wurden die Schalen mit einem feinmaschigen, lichtdurchlässigen Gemüservlies bedeckt. Die auflaufenden Keimpflanzen wurden ab April 1992 in regelmäßigen Abständen bestimmt und anschließend entfernt. Im Keimpflanzenstadium noch nicht identifizierbare Individuen wurden umgepflanzt und bis zur eindeutigen Bestimmbarkeit - sofern nötig, bis zur Blüte - kultiviert. Das Bodenmaterial aller Schalen wurde gelegentlich erneut durchmischt, um einerseits die Keimung weiterer Samen zu stimulieren, andererseits jedoch auch dem zunehmenden Moosbewuchs Einhalt zu gebieten.

3. Ergebnisse

3.1 Einfluß von Standort und Bodenschicht



* entfällt wegen Flachgründigkeit

Bodenschicht 0-10 cm gesamt = 77%

Bodenschicht 10-20 cm gesamt = 23%

Abbildung 1: Verteilung des Keimpflanzenpotentials auf sechs Standorte und zwei Bodenschichten

Wie Abbildung 1 zeigt, unterscheiden sich sowohl die sechs Versuchstandorte deutlich in ihrem Aufkommen an Keimpflanzen in den Samenbanken als auch die zwei untersuchten Bodenschichten pro Standort. Die frischen bis feuchten Standorte Ettenheimmünster, Fischweier und Bernau zeichnen sich durch ein deutlich höheres Potential an keimbereiten Samen im Boden aus als die trockener zu charakterisierenden Flächen Oberstetten, Rangendingen und St. Johann. Das standortsbedingte Aufkommen an Keimpflanzen setzt sich in beiden Bodenschichten gleichermaßen fort. So weisen die Samenbanken von Fischweier beispielsweise mit 22 bzw. 13 % in beiden Bodenschichten jeweils das größte Vorkommen an Keimpflanzen auf, diejenigen von Rangendingen mit 3 bzw. 1 % das geringste. Insgesamt keimten drei Viertel aller Diasporen in den Samenbanken der Bodenschicht 0-10 cm und nur ein Viertel in der Bodenschicht 10-20 cm.

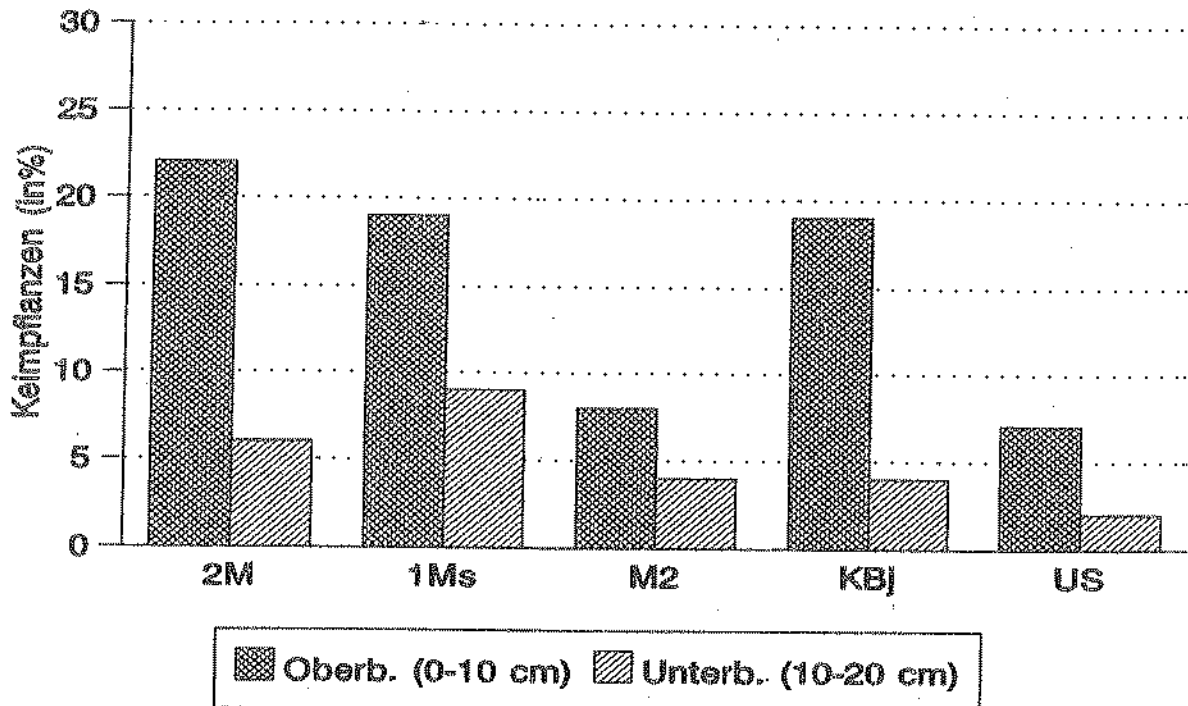
Aus den in Abbildung 1 dargestellten Ergebnissen leiten sich die in Tabelle 2 aufgeführten Größenordnungen an Keimpflanzen pro Quadratmeter ab. Die Werte sind jeweils über alle an einem Standort untersuchten Pflegemaßnahmen gemittelt. In der oberen Bodenschicht (0-10 cm) liefen je nach Standort zwischen 2.000 und 14.500 Pflanzen/m² auf, in der unteren Bodenschicht (10-20 cm) dagegen 500 bis 8.000 Pflanzen/m².

Tabelle 2: Mittleres Aufkommen an Keimpflanzen (pro m²) in den Samenbanken der sechs Standorte unterteilt in zwei Bodenschichten

Standort	O	R	St.J	E	F	B
Schicht:						
0-10 cm	3.830	2.125	4.957	10.640	14.509	10.237
10-20 cm	1.299	467	---	3.923	8.179	1.032

3.2 Einfluß der Pflegemaßnahmen am Beispiel Oberstetten

Abbildung 2 zeigt die Verteilung der Keimpflanzen in den Samenbanken von Oberstetten auf die fünf untersuchten Pflegemaßnahmen und zwei Bodenschichten. Deutlich ist in allen unterschiedlich gepflegten Parzellen die Abnahme der Diasporen- bzw. Keimpflanzenzahl mit zunehmender Lagerungstiefe im Boden zu erkennen. Ein Einfluß des Pflegeregimes auf das Keimpflanzenpotential ist ebenfalls zu ersehen. Es deutet sich eine abnehmende Anzahl an Diasporen im Boden im Verlauf der Sukzession (2M → 1Ms → M2 → US) an. Die Parzelle KBj nimmt hierbei eine Sonderstellung ein. Diese Entwicklung bezieht sich allerdings standortspezifisch auf Oberstetten, bezüglich der fünf verbleibenden Standorte konnte eine ähnliche Beziehung nicht bestätigt werden.



Bodenschicht 0-10 cm gesamt = 75%
Bodenschicht 10-20 cm gesamt = 25%

Abbildung 2: Verteilung des Keimpflanzenpotentials in den Samenbanken von Oberstetten

Werden die Samenbanken von Oberstetten nicht über das Keimpflanzenpotential sondern bezüglich ihres Artenspektrums in Form einer Clusteranalyse miteinander verglichen, ergeben sich die in Abbildung 3 als Dendrogramm dargestellten Beziehungen. Der SOERENSEN-Quotient ist ausschließlich ein Ähnlichkeitsmaß für den Vergleich der Artenspektren der Samenbanken, die Quantität, d.h. das Keimpflanzenpotential wird hierbei nicht berücksichtigt. Auffallend ist zum einen, daß alle Samenbanken unabhängig von Bodenschicht und Pflegemaßnahme bezüglich ihrer Artenspektren zu immerhin 50% ähnlich sind. Zum anderen wird deutlich, daß sich die Samenbanken weniger bezüglich der unterschiedlichen Pflegemaßnahmen als in den zwei Bodenschichten unterscheiden wie anschaulich in der Gruppe zu sehen ist, welche die Samenbanken der oberen Bodenschicht (0-10 cm) 2M, 1Ms, KBJ und US bilden. Die Artenspektren dieser vier Samenbanken sind sich trotz der seit 20 Jahren ausgesprochen unterschiedlichen Pflege der entsprechenden Pflanzenbestände auf einem Niveau von ca. 60% ähnlich. Deutlich grenzt sich diese Gruppe in ihrem Artenspektrum von den Samenbanken der unteren Bodenschicht (10-20 cm) ab.

Parzelle/Bodenschicht (cm)

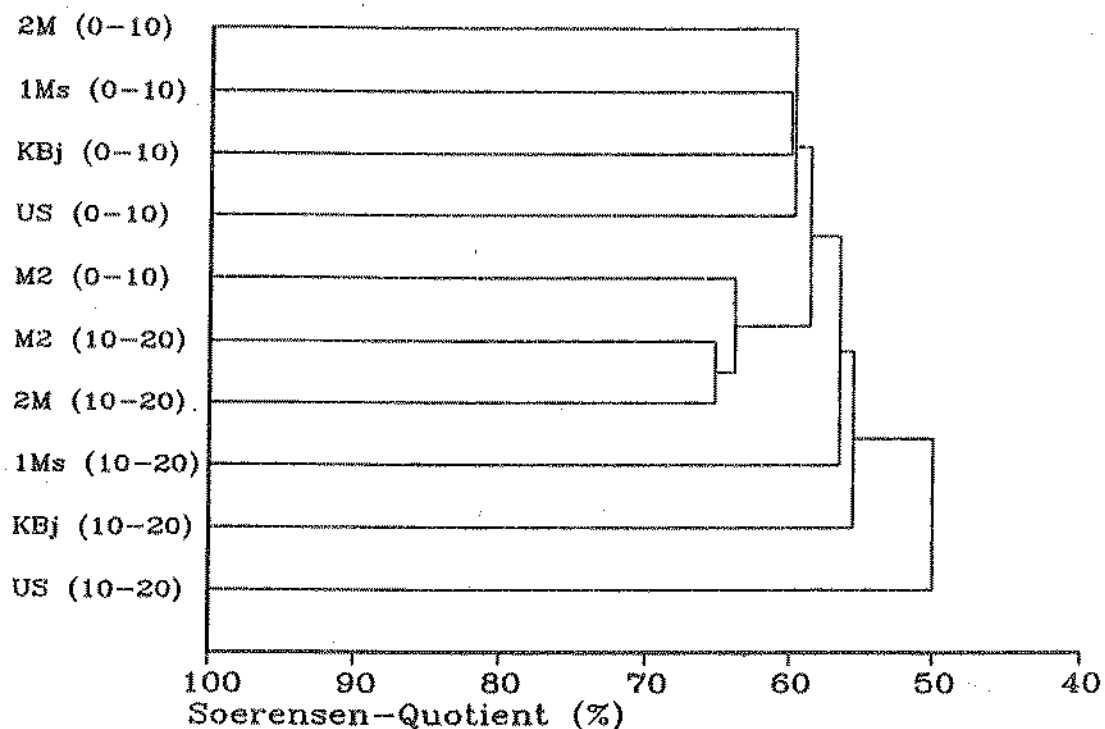


Abbildung 3: Ähnlichkeit zwischen Artenspektren der Samenbanken von Oberstetten anhand des SOERENSEN-Quotients (in %)

3.3 Vegetationsentwicklung in Oberstetten

Die unterschiedlichen Pflegemaßnahmen üben auf die Entwicklung der Pflanzenbestände in Oberstetten einen erheblichen Einfluß aus. Das 1975 bestehende *Dauco-Arrhenatheretum* wandelte sich bei ein- bzw. zweimal jährlichem Mulchen durch eine Zunahme von trockenen Standortverhältnissen besser angepaßten Arten der Kalk-Magerrasen in ein artenreiches *Dauco-Arrhenatheretum brometosum*. Die alle zwei Jahre gemulchte Parzelle ist ebenfalls dieser Assoziation zuzurechnen, weist allerdings, bedingt durch die seltenere Pflege, eine geringere Artenvielfalt auf. Bei kontrolliertem Brennen jährlich ist eine Zunahme thermophiler Saumarten zu verzeichnen, welche typisch sind für den Übergang von *Mesobromion*- zu *Prunetalia*-Gesellschaften. Bei ungestörter Sukzession ist seit 1975 eine starke Verbuschung zu beobachten. Vom Lesesteinwall ausgehend, welcher die Parzelle begrenzt, dringt *Prunus spinosa* (Schlehe) pro Jahr ca. 0,5 bis 1,0 m polykormonartig in die Fläche ein. Hauptbestandsbildner neben der Schlehe sind hier einige verbliebene Arten des *Mesobromion* (*Bromus erectus* (Aufrechte Trespe), *Salvia pratensis* (Wiesensalbei), etc.) sowie zunehmend Arten der wärmeliebenden Säume wie *Vicia tenuifolia* (Dünnblättrige Wicke), *Origanum vulgare* (Wirbeldost), *Agrimonia eupatoria* (Odermennig), etc. Insgesamt kennzeichnet den Standort Oberstetten somit in den letzten 20 Jahren eine umfangreiche Vegetationsentwicklung bei ungestörter Sukzession. Ein- bzw. zweimaliges Mulchen pro Jahr hingegen erhielt die ursprüngliche Pflanzengesellschaft.

4. Zusammenfassung - Schlußfolgerungen

Im Rahmen des Forschungsprojekts zur Offenhaltung der Kulturlandschaft (Bracheversuche) von Baden-Württemberg wurde während der Vegetationsperioden 1992 und 1993 anhand der Auflaufmethode die persistente Samenbank von sechs Grünlandbrachflächen untersucht. Auf jedem Standort wurde sowohl Artenspektrum als auch Potential an keimbereiten Samen in zwei Bodenschichten (0-10 cm und 10-20 cm) und seit 1975 unterschiedlich gepflegten Parzellen (Mulchen 2 x jährlich, Mulchen 1 x jährlich, Mulchen jedes 2. Jahr, kontrolliertes Brennen jährlich, ungestörte Sukzession und Beweidung) erfaßt.

- Standort und Bodenschicht üben starken Einfluß sowohl auf das Potential an keimbereiten Samen im Boden als auch auf das Artenspektrum der Diasporen aus.
- Frische bis feuchte Standorte weisen einen mengenmäßig größeren Diasporenvorrat im Boden auf als trockenere Flächen. Ursachen hierfür sind artspezifischer Natur.
- Eine unterschiedliche Pflege der Pflanzenbestände seit 20 Jahren wirkt sich augenscheinlich auf die Vegetationsentwicklung aus. Das Artenspektrum der Samenbanken wird jedoch weniger vom Pflegeregime beeinflusst, sondern ist vielmehr von populationsbiologischen Parametern einzelner Arten geprägt, wie beispielsweise der Menge an produzierten Samen pro Pflanze und der Langlebigkeit der Diasporen im Boden (= Samenbanktyp).
- Eine Aktivierung des Diasporenvorrats im Boden bietet somit zwar prinzipiell die Möglichkeit, Pflanzenbestände in einen Zustand zurückzuverwandeln, der demjenigen der ursprünglichen Nutzungsweise nahekommt. Alle Arten mit kurzfristiger Samenbank bleiben jedoch darauf angewiesen, von außen in diese Flächen einzuwandern. Hierfür ist folglich das Vorkommen dieser Arten in der näheren Umgebung Voraussetzung.

5. Literatur

- BERNHARDT, K.-G. (1994): Vegetation und Diasporenbanken von Kalkflachmooren und Kalkstümpfen. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 26, 13-20.
- NEITZKE, A. (1991): Vegetationsdynamik in Grünlandbracheökosystemen. *Arbeitsberichte Lehrstuhl Landschaftsökologie - Universität Münster*, Heft 13, Teil 1 u. 2.
- NUMATA, M. (1984): Analysis of seeds in the soil. In: KNAPP, R. (ed.): *Handbook of vegetation science* 4. Junk, The Hague - Boston, 161-169.
- POSCHLOD, P. (1991): Diasporenbanken in Böden - Grundlagen und Bedeutung. In: SCHMID, B. & STÖCKLIN, J. (Hrsg.): *Populationsbiologie der Pflanzen*. Birkhäuser Verlag - Basel, 15-35.
- ROBERTS, H.A. (1981): Seeds banks in soil. *Advances in Applied Biology* 6, 1-55.
- SCHIEFER, J. (1981): Bracheversuche in Baden-Württemberg. *Beihefte Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Baden-Württemberg* 22.
- SCHREIBER, K.-F. (1977): Zur Sukzession und Flächenfreihaltung auf Brachland in Baden-Württemberg. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 5, 251-263.
- THOMPSON, K. & GRIME, J.P. (1979): Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology* 67, 893-921.

Änderungen der botanischen Zusammensetzung einer früher intensiv bewirtschafteten Wiese

J. Královec*, K. Prach**

Durchgreifende Änderungen in der Ökonomie der Tschechischen Republik führen zur Begrenzung der landwirtschaftlichen Produktion. Als ein Beispiel kann Grünland dienen, wo man Beschrenkung der Düngung und Nutzung und sehr oft auch Brachlegung beobachten kann. Es ist die Frage entstanden, in welchem Maße können sich die bis jetzt intensiv bewirtschafteten Bestände eigenmächtig in die ursprünglichen artenreichen Pflanzengesellschaften umwandeln und wie lange es dauern wird.

Es hat sich angeboten, eine Fläche zu beobachten, an welcher seit Ende der sechziger Jahre die Wirkung einer intensiven Stickstoffdüngung auf Grünland verfolgt wurde. Es handelte sich um Studium einer internationalen Methode nach, die in Paulinenaue gearbeitet wurde, damals mit dem Ziel, möglichst höchsten Futterertrag zu erreichen unter praktisch unbegrenzter Zufuhr des mineralischen Stickstoffs (Fryček et Královec, 1972, Kaltofen, 1973). Aus der ganzen Reihe, der in dieser Zeit angelegten Versuche, dauerte am längsten der auf der Grünlandforschungsstation in Závěšín in Westböhmen, und zwar bis 1989. Die angeknüpften Beobachtungen bieten eine Möglichkeit an, den Verlauf und die Geschwindigkeit der Änderungen in der botanischen Zusammensetzung der Bestände zu bewerten, die man nicht mehr düngt aber noch nutzt (Fryček, Královec et Prach, 1992).

MATERIAL UND METHODEN

Der Versuch wurde an einem rekultivierten Grundstück in einer Seehöhe von 750 m am Hang mit südöstlicher Exposition angelegt. Der Standort wird durch eine Jahresdurchschnittstemperatur

* SKZÚZ Plzeň, Grünlandforschungsstation Závěšín
Postfach 141, 353 21 Mariánské Lázně, Tschechische Republik

** Tschechische Akademie der Wissenschaften
Botanisches Institut, Dukelská 145, 379 82 TŘEBŮŇ

von 6,4 °C (während der Vegetation 12,4 °C) und die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge von 700 mm (in der Vegetation über 400 mm) charakterisiert, jedoch mit großen Schwankungen in den einzelnen Versuchsjahren. Es ist hier ein mittlerer sandlehmiger steiniger Boden am Amphibolit, der genetisch zu den saueren Braunerden gehört. Bei Gründung des Versuches war es hier eine saure Bodenreaktion mit pH/KCl 4,2, der Sorptionkomplex war ungesättigt und der Vorrat am pflanzenverfügbaren Phosphor war niedrig (8 mg P) und am Kalium genügend (174 mg K im 1 kg des Bodens). Der Bestand wurde im Jahre 1966 angelegt mit Aussaat einer Handelsmischung für Dauerwiese mit Überlegenheit von Wiesenschwingel und Lieschgras (die Zusammensetzung der Mischung wird in der Tabelle II angegeben).

Die Grundlage für den Versuch war die schon erwähnte Methode für die Lösung der Problematik von Stickstoffdüngung des Grünlandes. Diese Methode entsprach den damaligen Verhältnissen: bei den stabilen Mengen von Phosphor (32 kg P) und Kali (100 kg K per Hektar) wurde Stickstoff gesteuert (0 - 320 kg . ha⁻¹ N). Die Stickstoffmengen wurden in drei gleichen Gaben in der Vegetation oder auf einmal an ihren Anfang appliziert. Im Gegensatz zu der ursprünglichen Methodik haben wir neben Saltpeter auch Harnstoff in den gleichen Mengen am Anfang der Vegetation verwendet. Benutzte Düngemittel: Saltpeter (30 % N, seit 1981 nur 27,5 % N), Harnstoff (48 % N), Superphosphat (8 % P) und Kalisalz (50 % K). Der Bestand wurde als Wiese (2 - 3x im Jahr) und als Weide (mehrschnittig, üblicherweise 3 - 4x im Jahr) gemäht. Der Unterschied im Termin des ersten Schnittes zwischen den beiden Nutzungsarten war im Durchschnitt der Versuchsjahre cca 14 Tage, was als Folge mehr den größeren Anteil des ersten Schnittes als die Höhe des Gesamtertrags hatte. Aus diesem Grund war es möglich die Trockenmassenerträge als eine Gesamtheit in der Varianzanalyse auszuwerten ohne Rücksicht auf die Nutzungsart.

Seit 1990 wurde nicht mehr gedüngt. Der Bestand wurde zweimal jährlich als Heu geerntet, was der extensiven Nutzung nach R i e d e r (1992) entspricht. Im Frühjahr dieses Jahres (1994) wurde der Versuch erneuert, jedoch nur in vier Wiederholungen und mit begrenzter Zahl der Varianten (es wird nur bis 160 kg . ha⁻¹ N gedüngt).

Als der Versuch im Jahre 1989 abgeschlossen wurde, hatte man im Frühjahr 1990 die botanische Zusammensetzung beurteilt, und zwar auf Flächen von 4 x 2 m, die immer in der Mitte der jeweiligen Parzelle waren um den Randeinfluß zu beseitigen. Zu Bewertung wurde die veränderte Braun-Blanquet Skala benutzt mit der Übertragung auf Bedeckungsprozente nach v a n d e r M a a r e l (1979): r - 0.02; + - 0.1; 1 - 1.0; 2m - 5.0; 2a - 8.75; 2b - 18.75; 3 - 37.5; 4 - 62.5; 5 - 87.5. Mit einem Abstand von vier Jahre wurden in Frühjahr 1994 ähnliche Beobachtungen durchgeführt, jedoch nur an den ursprünglich extremen Varianten (ungedüngt und 320 kg . ha⁻¹ N).

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Wie aus der Tabelle I zu sehen ist, stieg der Ertrag mit der steigenden Stickstoffmengen, und zwar bis 240 kg . ha⁻¹ N signifikant, was übrigens den praktischen Erfahrungen und literarischen Angaben entspricht. Da zwischen den beiden Stickstoffdüngern kein Unterschied festgestellt wurde, konnte man die Ergebnisse der botanischen Analysen nur nach der Höhe der Düngung einordnen, ohne Rücksicht auf die benutzten Düngermittel nehmen zu müssen.

In der Tabelle III werden die Ergebnisse der botanischen Beobachtungen von Frühjahr 1990 zusammengefasst. Es sind hier nur die Arten aufgeführt, die einen Anteil über 1 % aufwiesen. Es fehlen deshalb die Leguminosen, deren Anteil erst nach dem ersten Schnitt stieg, wenn sie mehr Licht bekamen. Mit der steigenden Stickstoffmengen sank die Zahl der zweikeimblättrigen Pflanzen und erhöhte sich die Vertretung der Gräser. Von den bei der Gründung des Bestandes ausgesäten Arten blieb in größerem Maße eigentlich nur Knautgras (*Dactylis glomerata*) und Goldhafer (*Trisetum flavescens*), aber diese beiden Arten waren stark reduziert bei den höchsten Stickstoffmengen. Ab 240 kg . ha⁻¹ N herrschte Weiches Honiggras (*Holcus mollis*) vor. Andere Gräser haben im Vergleich mit ungedüngten Kontrollvarianten seine Vertretung bis zu dem mittleren Düngungsniveau (160 kg . ha⁻¹ N) erhöht, aber bei den höchsten Stickstoffmengen traten sie zurück. Manche konkurrenzschwachen Arten verschwanden vollkommen.

Der steigenden Stickstoffdüngung zufolge bildete sich eine einseitige geschlossene Narbe mit einer kleinen Artendiversität, die man mit der Zahl der Arten per Aufnahme ausdrücken kann (Tabelle IV). Wenn die applizierten Stickstoffmengen $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ überschritten, wurde die Bestandsstruktur markant verletzt. Mit der Reduzierung der Zahl der Arten hängt wahrscheinlich die Verarmung der anderen biotischen Komponenten des Ökosystems zusammen, so daß man unter der intensiven (Stickstoff-) Düngung auch ausgeprägte Änderungen verschiedener ökologischer Funktionen erwarten kann.

Aus dem Vergleich der botanischen Analysen und der Produktion (Tabelle I) ist klar, daß zwischen der Artendiversität und der Bestandsproduktivität eine negative Korrelation entsteht. Es ist in Übereinstimmung mit den theoretischen Voraussetzungen über die Verhältnisse zwischen Produktivität, Artendiversität und die Fruchtbarkeit des Standortes (G r i m e, 1979, T i l m a n, 1988, und andere). Die Ergebnisse beweisen, daß eine Überdüngung aus dem ökologischen aber auch aus dem landwirtschaftlichem Gesichtspunkt unerwünscht ist.

Während der vier Jahre nach dem Abschluß der Düngung ist die Artenzahl gestiegen. Auf den Parzellen, früher gedüngten mit $320 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$, war diese Erhöhung doppelt und hoch signifikant. Gegenüber dem Jahr 1990 hat die Dominanz des Honiggrases abgenommen (im Durchschnitt von cca 80 zu 70 %), aber bei den anderen Arten, die hier im 1990 anwesend waren, ist es zu keiner offenbaren Änderung des Bedeckungsgrades gekommen. Neu erschienen sind manche konkurrenzschwachen Gräser (*Trisetum flavescens*, *Festuca rubra*) und viele zweikeimblättrige Pflanzen. Meistens handelt sich es um die Arten, die während des Versuchsverlaufes schon ab Anfang auf den ungedüngten Kontrollflächen anwesend waren. Es folgt eine Liste der neuhinzugekommenen Arten (die Zahlen in Klammern sagen, an wieviel Parzellen von den acht bewerteten es war): *Trifolium repens* (8!), *Veronica chamaedrys* (6), *Cerastium vulgatum* (6), *Achillea millefolium* (4), *Festuca rubra* (4), *Trisetum flavescens* (4), *Rumex acetosa* (5), *Leontodon autumnalis* (3), *Hypochoeris radicata* (3), *Prunella vulgaris* (3), *Stellaria graminea* (3), *Alchemilla* sp. (3). Zu einem kleinen (nicht signifikanten) Anstieg der Artenzahl kam es aber auch an den ungedüngten Kontrollparzellen. Es gibt zwei Erläuterungen dafür: Es kann sich

um eine zufällige Fluktuation handeln, die z.B. durch die klimatischen Verhältnisse der letzten Jahre (die Trockenperioden konnten die Entwicklung der Gräser unterdrücken und damit die Verbreitung der zweikeimblättrigen Pflanzen unterstützen) oder es ist ein Reflex der Artendiversitätserhöhung in der Umgebung, wo die Bewirtschaftungsintensität (die Düngung aber auch die Nutzung) stark abgenommen hat. Das Kolonisationspotential vieler Arten hat sich damit vergrößert. Es ist nicht ausgeschlossen, daß es sich gleichzeitig um Kombination beider diesen Faktoren handelt.

Es wird sehr interessant zu beobachten, wie und wie schnell die Entwicklung in Richtung der Rückkehr zu einer natürlicheren Bestandeszusammensetzung sein wird.

ZUSAMMENFASSUNG

Langjährige intensive Düngung mit Stickstoff (+ PK) hat eine drastische Reduktion der Arten (von 22 auf 6) verursacht. Nach vier Jahren ohne jede Düngung hat sich zwar die Artenzahl ein bißchen vergrößert aber die quantitativen Verhältnisse und die Artendiversität haben sich kaum geändert. Den vorläufigen Ergebnissen nach kann man feststellen, daß eine eigenmächtige Rückkehr zu einem natürlicheren artenreichen Bestand langsam sein wird.

LITERATURVERZEICHNIS

- FRYČEK, A. et KRÁLOVEC, J., 1972: Vliv vysokých dávek dusíku na výnosy a kvalitu píče z luk a pastvin a na zdraví zvířat. Rostlinná výroba 18 (11): 1181 - 1190
- FRYČEK, A., KRÁLOVEC, J. et PRACH, K., 1992: Long-Term Fertilizing of Grassland: Productivity and Ecological Aspects. Sci. agric. bohemoslov. 24 (3): 255 - 265
- GRIME, J.P., 1979: Plant strategies and vegetation processes. J. Wiley and Sons, Chichester etc.
- KALTOFEN, H., 1973: Zusammenfassende Auswertung der gemeinsam durchgeführten Forschungsarbeiten über die Stickstoffdüngung des Grünlandes. In: Zeszyty problemowe postępu nauk rolniczych (150)
- van der MAAREL E., 1979: Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. Vegetatio 39(2):97-114.
- RIEDER, J. B., 1992: Nutzungsintensität der Dauergrünlandes. Schule und Beratung (7): III-16 - III-17
- TILMAN D., 1986: Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities. Princeton University Press, Princeton.

I. TROCKENMASSENERTRÄGE IM DURSCHNITT DER VERSUCHSJAHREN
Závišín 1969 - 1989

jährliche Düngung in kg . ha ⁻¹ der Nährstoffe							D _{min} 0,01
N	-	-	80	160	240	320	
P	-	32	32	32	32	32	
K	-	100	100	100	100	100	
Trockenmassenerträge in t . ha ⁻¹							
	3,53	4,70	5,54	6,76	7,18	7,58	0,33

II. ZUSAMMENSETZUNG DER SAATMISCHUNG
Závišín 1966

	Saatstärke kg . ha ⁻¹
Festuca pratensis	17,0
Phleum pratense	6,0
Poa palustris	5,5
Dactylis glomerata	2,0
Trisetum flavescens	1,0
Festuca rubra	3,0
Lolium perenne	2,0
Lolium multiflorum	4,0
Trifolium pratense	3,0
Trifolium repens	2,0
Trifolium hybridum	2,5
Lotus corniculatus	2,0
Insgesamt	50,0

III. BOTANISCHE ZUSAMMENSETZUNG AM ENDE DER DÜNGUNG

Závišín, Mai 1990;

es werden nur Arten mit einem Anteil über 1% angegeben

Düngung in kg . ha ⁻¹ N	0	80	160	240	320
Wiederholungsanzahl	18	18	18	12	18
Arten					
<i>Holcus mollis</i>	6.9	19.1	30.3	68.2	78.5
<i>Poa pratensis</i>	17.0	18.2	31.9	4.6	8.5
<i>Alopecurus pratensis</i>	1.0	2.8	1.2	1.4	0.2
<i>Dactylis glomerata</i>	3.8	11.6	6.6	4.4	0.8
<i>Trisetum flavescens</i>	3.0	4.6	6.4	1.3	-
<i>Festuca rubra</i>	29.3	23.1	6.9	3.3	1.2
<i>Taraxacum officinale</i>	18.7	16.9	10.2	2.7	0.3
<i>Alchemilla vulgaris</i>	2.8	1.4	0.3	0.1	-
<i>Veronica chamaedrys</i>	1.5	0.1	0.0	0.1	0.0
<i>Leontodon autumnalis</i>	1.2	0.1	0.0	0.0	-

IV. ARTENZAHL IN DEN BOTANISCHEN AUFNAHMEN

Závišín 1990 und 1994

jährliche Stickstoffdüngung kg . ha ⁻¹ N (bis 1989)					
N	-	80	160	240	320
Artenzahl					
1990	16,1	14,6	11,4	9,4	6,0
1994	21,2				13,0
Signifikanz (t - Test)	0				***

*** signifikant bei p = 0,01

Mehrjährige Beobachtungen zu Veränderungen in der botanischen Zusammensetzung von Blumenwiesen

U. Zobelt und Uwe Simon*

Einleitung und Problemstellung

Es liegen inzwischen eine Reihe von Untersuchungen vor, die sich mit der Ansaat, Etablierung und Entwicklung von Blumenwiesen (WÄCKEN 1984; BIELEFELD 1987; SCHULZ 1987; SCHULZ 1988; THOMET et al. 1993; ZOBELT u. SIMON 1993a), und der Zusammensetzung entsprechender Saatgutmischungen (OPITZ VON BOBERFELD 1983; BIELEFELD 1987; THOMET et al. 1993) befassen. Es gehört zum besonderen Reiz einer erfolgreich etablierten Blumenwiese, daß sie im Verlauf der Vegetationsperiode immer wieder neue Blühaspekte bildet (ZOBELT u. SIMON 1993b). Desweiteren wird gefordert; daß sich ein ausdauernder, über viele Jahre bunt blühender Bestand entwickelt.

Fertige Blumenwiesenmischungen enthalten häufig einen großen Teil an ein- oder zweijährigen Arten oder solchen, deren exotische Herkunft ein dauerhaftes Bestehen unter hiesigen klimatischen Verhältnissen fraglich erscheinen läßt. In dem dieser Arbeit zugrunde liegenden Versuch wird die Eignung unterschiedlicher Saat-Mischungen für die Entwicklung eines ausdauernden, artenreichen Pflanzenbestandes überprüft; dabei werden handelsübliche Blumenwiesenmischungen mit am Lehrstuhl konzipierten Gräser/Kräuter-Mischungen verglichen. Im Vordergrund der Beurteilung stehen nicht landwirtschaftliche Qualitätskriterien, sondern vielmehr der ästhetische Aspekt einer Blumenwiese. Am Beispiel ausgewählter Versuchsglieder wird die Veränderung der botanischen Zusammensetzung über einem Zeitraum von vier Jahren (1990-1994) dargestellt.

Material und Methoden

Der Versuch, bestehend aus insgesamt 28 Versuchsgliedern in vierfacher Wiederholung, wurde im Juli 1990 ausgesät. Im Ansaatjahr erfolgte nur ein Schnitt, in den folgenden Jahren jeweils zwei. Die Schnittzeitpunkte sind Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Schnittzeitpunkt im Ansaatjahr 1990 und in den folgenden Jahren 1991 bis 1994

Jahr	1990	1991	1992	1993	1994
1. Schnitt	5.9.	3.7.	23.6.	19.6.	10.6.
2. Schnitt		10.10.	20.8.	30.8.	23.8.

Über den gesamten Versuchszeitraum wurden regelmäßig Bestandsaufnahmen der einzelnen Versuchsglieder durchgeführt, so daß nunmehr über einen Zeitraum von vier Jahren (1990-1994) Daten über die botanische Zusammensetzung der Varianten zur Verfügung stehen. Zur Demonstration der wichtigsten Ergebnisse wurden beispielhaft fünf Versuchsglieder ausgewählt:

1. Weihenstephan (am Lehrstuhl konzipierte Mischung aus Gräsern/Kräutern/Leguminosen)
2. Kräuterzusatz der Firma A und Gräsermischung des Lehrstuhls

*Lehrstuhl für Grünland und Futterbau, TU München, Hohenbachernstr.2a, 85350 Freising

3. Blumenwiesenmischung Firma B
4. Blumenwiesenmischung Firma C
5. Blumenwiesenmischung Firma D

Die Veränderung der botanischen Zusammensetzung wird anhand folgender Zielgrößen beschrieben:

- Artengruppenverhältnis
- Anzahl an Kräutern und Leguminosen
- Arteninventar

Für den Vergleich der Jahre werden jeweils Daten aus dem ersten Aufwuchs herangezogen.

Ergebnisse und Diskussion

In der Variante Weihenstephan entwickelt sich, ausgehend von einem noch leguminosenarmen (2%) Bestand im Ansaatjahr, in dem Kräuter und Gräser bereits zu etwa gleichen Anteilen vertreten sind, in den folgenden zwei Jahren ein **prozentuales Verhältnis der drei Artengruppen** von etwa 35:20:45 (Gräser:Leguminosen:Kräuter). Diese Zusammensetzung entspricht in etwa den Vorstellungen von einem ausgewogenen, artenreichen Pflanzenbestand (Abb. 1).

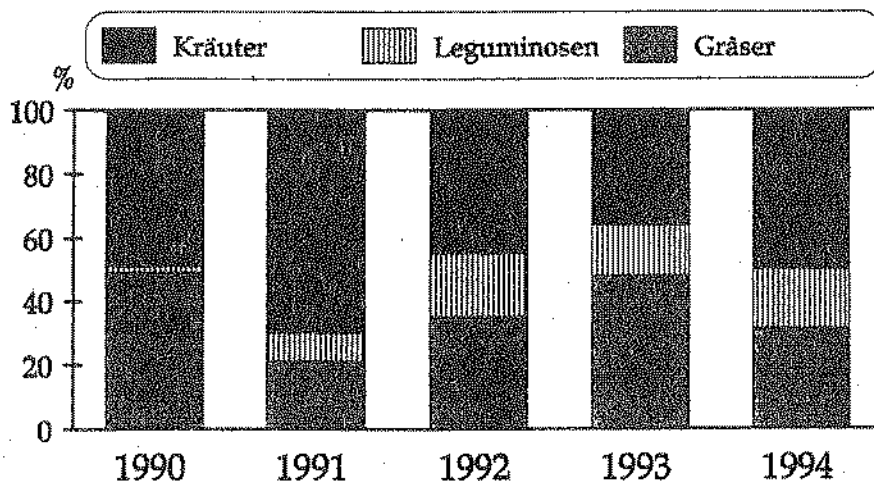


Abb. 1: Veränderung des Anteils an Gräsern, Kräutern und Leguminosen (in %) in der Variante "Weihenstephan" in den Jahren 1990 bis 1994

Mit geringfügigen Schwankungen im Gräser- und Kräuteranteil ist die prozentuale Verteilung der Artengruppen auch 1993 und 1994 wiederzufinden. Somit bietet der Pflanzenbestand ein harmonisches Bild, in dem allerdings ein etwas höherer Gräseranteil wünschenswert wäre. In den Parzellen der Firmen A-D ist die Entwicklung des Anteils an Gräsern, Kräutern und Leguminosen im Verlauf der vier Jahre sehr unterschiedlich (Abb. 2). In der Variante der Firma A schrumpft der hohe Kräuteranteil im Ansaatjahr (60%), in den nächsten drei Jahren auf weniger als 10% zusammen; auch ein Leguminosenanteil von 8% lockert das eintönige Bild eines von Gräsern geprägten Bestandes (>80%) nicht wesentlich auf. Die Parzelle der Firma B weist ab 1991 einen sehr hohen Leguminosenanteil um die 70% auf. Auch 1994 macht er noch knapp die Hälfte des Bestands aus. Da es sich zudem vorwiegend um eine Art (*Medicago sativa*) handelt, bietet der

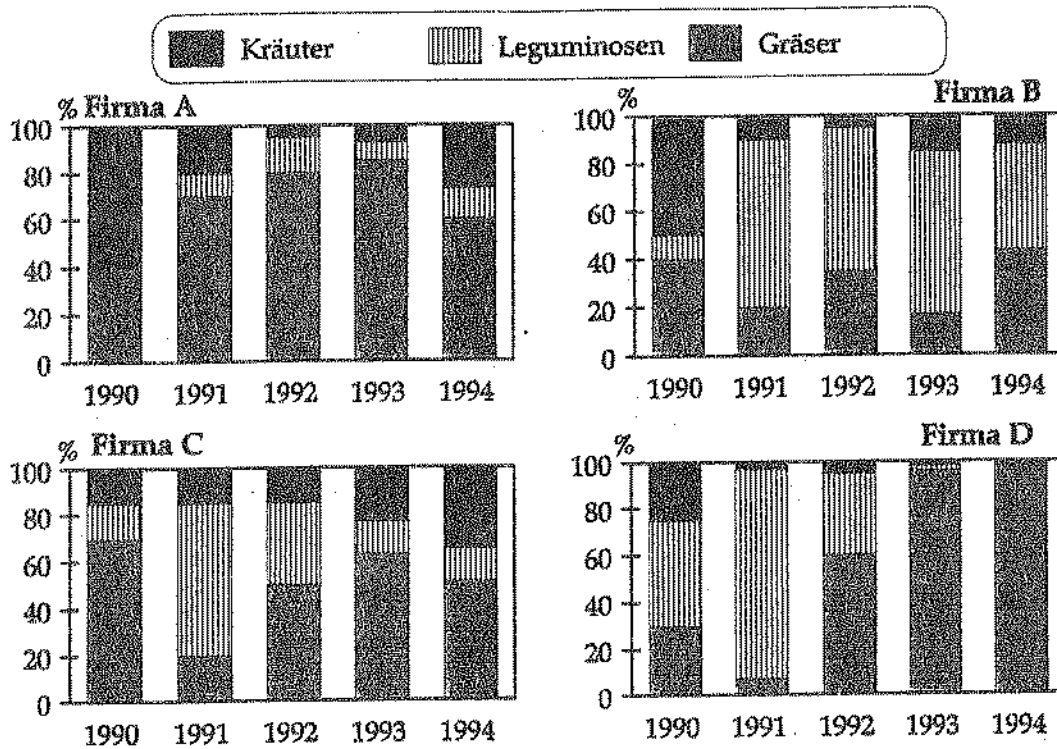


Abb. 2: Veränderung des Anteils an Gräsern, Kräutern und Leguminosen (in %) in den Jahren 1990 bis 1994

Bestand ein sehr unharmonisches, monotones Bild. Auch in der Mischung der Firma D ist im ersten Jahr nach der Ansaat ein enormer Leguminosenanteil (90%) zu verzeichnen. Aber schon im darauffolgenden Jahr (1992) ist dieser auf weniger als die Hälfte reduziert, und seit 1993 präsentiert sich ein nahezu reiner Grasbestand. Vielversprechend ist dagegen die Entwicklung in der Parzelle der Firma C. Nach einem hohen Gräseranteil (70%) im Ansaatjahr, auch hier eine gravierende Zunahme der Leguminosen (65%) im Jahr 1991, die dann aber sukzessive zugunsten der Gräser und Kräuter zurückgedrängt werden. Im Jahr 1994 ist ein Verhältnis von 51:14:35 (Gräser:Leguminosen:Kräuter) zu erkennen, was einen einigermaßen ausgewogenen Bestand erwarten läßt.

Für den ästhetischen Aspekt einer Blumenwiese ist das Vorhandensein möglichst vieler, verschiedener Kräuter und Leguminosen von entscheidender Bedeutung. Abbildung 3 zeigt die Veränderung der Anzahl dieser Arten in den einzelnen Versuchsgliedern. Mit Ausnahme der Variante der Firma D, weisen im Ansaatjahr (1990) alle Parzellen eine recht hohe Anzahl von Kräutern und Leguminosen auf (> 20). Nur in der Variante Weihenstephan aber bleibt die Anzahl angesäeter Arten auch in den folgenden Jahren, ohne nennenswerte Schwankungen, immer über 20. Demgegenüber ist die Anzahl an Kräutern und Leguminosen in der Parzelle der Firma A schon 1991 drastisch reduziert, was sich in 1992 noch fortsetzt. Eine kontinuierliche Verringerung der Artenzahl ist auch in den Parzellen der Firmen B und D zu beobachten. Die Variante der Firma C weist eine interessante, andersgerichtete Tendenz auf, nach anfänglichen Rückgang der Artenzahl sind in den letzten beiden Jahren (1993, 1994) wieder mehr Arten zu verzeichnen. Es wird deutlich, daß ab 1991 in allen Varianten auch nicht angesäte Arten, sogenannte Fremdarten, das Artenin-

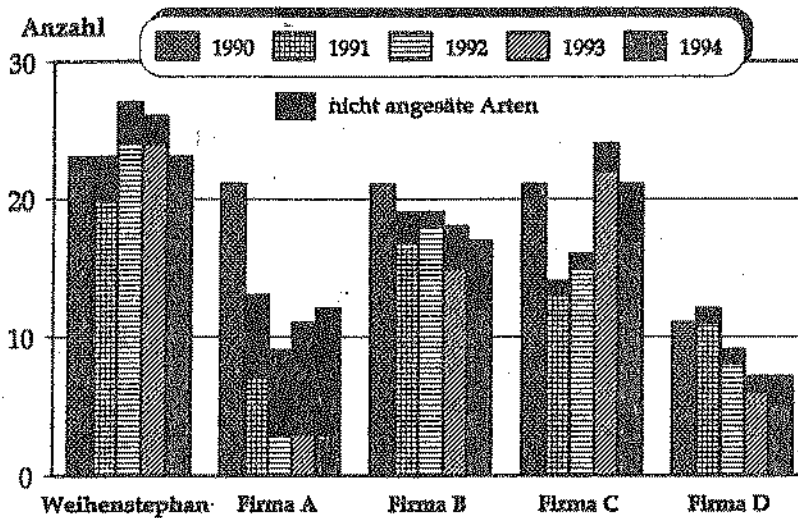


Abb. 3: Veränderung der Anzahl von Kräutern und Leguminosen (1990 - 1994)
- angesäte und nicht angesäte Arten -

ventar erweitern. Auffallend ist jedoch die Variante der Firma A. Hier beträgt der Anteil der nicht angesäten Arten an der Gesamtzahl von Kräutern und Leguminosen 75%.

In den Abbildungen 4-8 ist die Veränderung des Arteninventars der verschiedenen Versuchsglieder von 1990 bis 1994 dargestellt; es sind nur die am Aspekt maßgeblich beteiligten Kräuter und Leguminosen berücksichtigt. Die Variante Weihenstephan (Abb. 4) zeichnet sich über die vier Jahre hinweg durch das gleichzeitige Vorhandensein einer Vielzahl, buntblühender Arten aus.

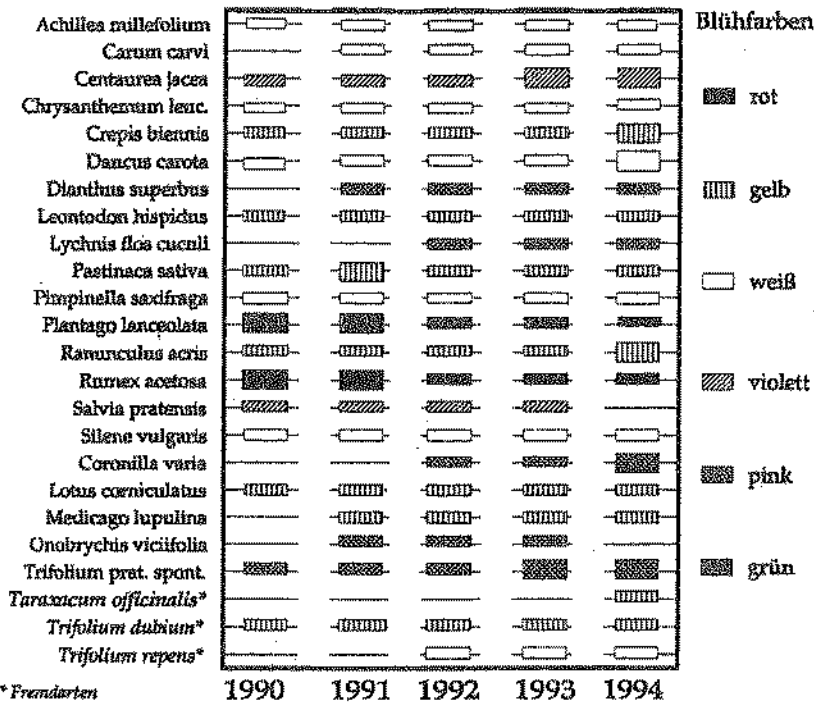


Abb. 4: Veränderung des Arteninventars
(am Aspekt maßgeblich beteiligte Kräuter
und Leguminosen) der Variante
"Weihenstephan" [1990 - 1994]

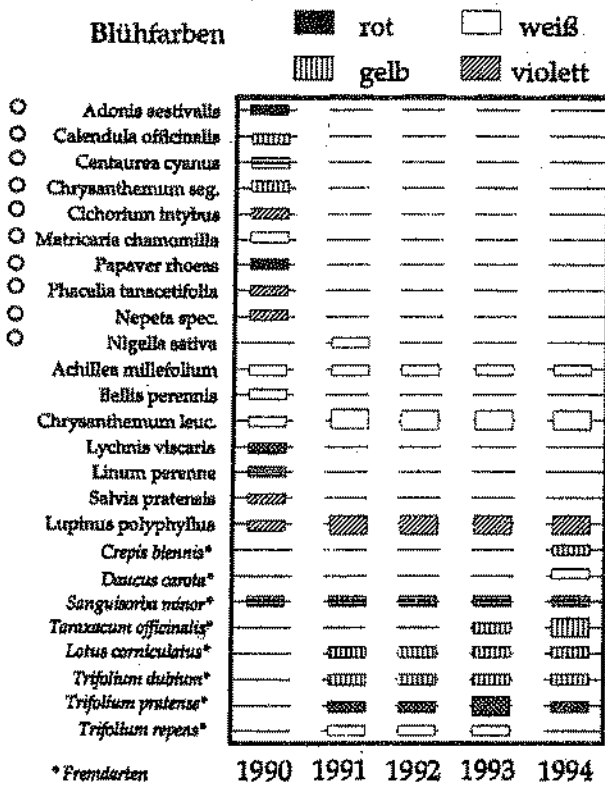


Abb. 5: Veränderung des Arteninventars (am Aspekt maßgeblich beteiligte Kräuter und Leguminosen) der Variante "Firma A"

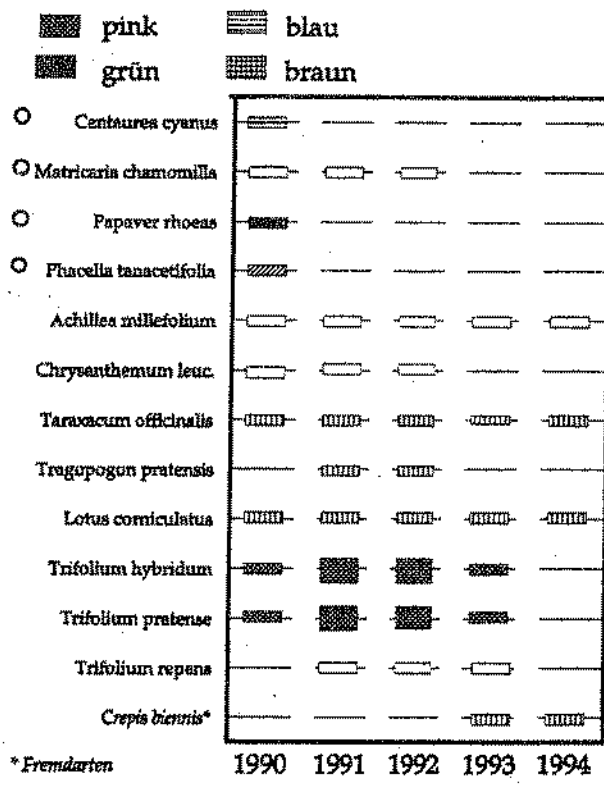


Abb. 6: Veränderung des Arteninventars (am Aspekt maßgeblich beteiligte Kräuter und Leguminosen) der Variante "Firma D"

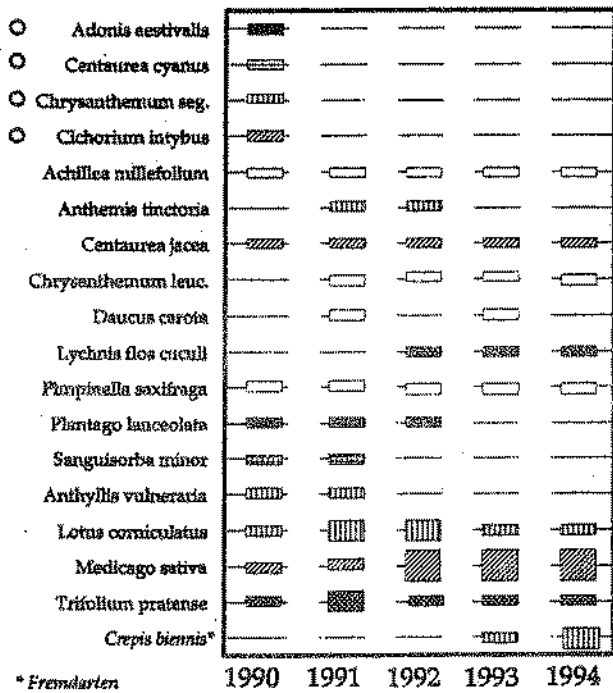


Abb. 7: Veränderung des Arteninventars (am Aspekt maßgeblich beteiligte Kräuter und Leguminosen) der Variante "Firma B"

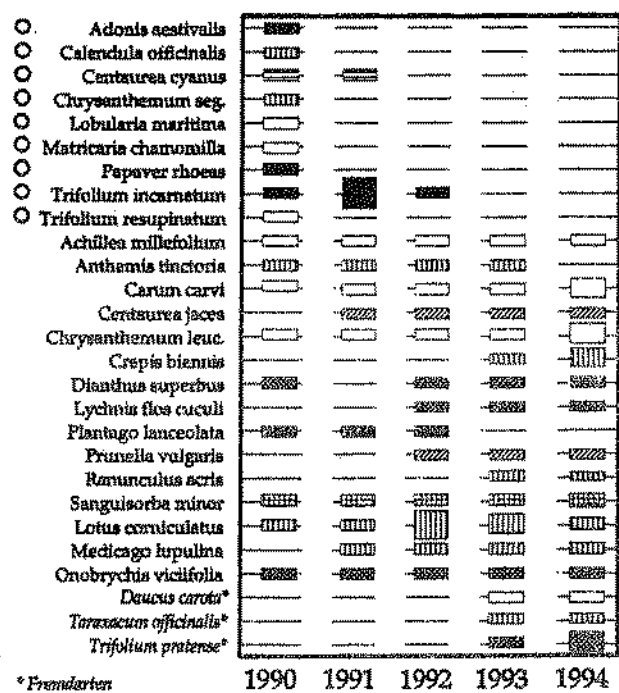


Abb. 8: Veränderung des Arteninventars (am Aspekt maßgeblich beteiligte Kräuter und Leguminosen) der Variante "Firma C"

○ = einjährige Arten

Es ist keine nennenswerte Einschränkung im Arteninventar zu beobachten, allerdings heben sich in den einzelnen Jahren unterschiedliche Arten im Aspekt hervor. In den ersten beiden Jahren sind dies vor allem *Plantago lanceolata* und *Rumex acetosa*. *Pastinaca sativa*, der stets vorhanden ist, erlangt nur 1991 besondere Bedeutung. In den letzten beiden Jahren haben *Centaurea jacea*, *Trifolium pratense spont.* und *Coronilla varia* einen stark prägenden Einfluß übernommen, der 1994 durch *Crepis biennis* und *Ranunculus acris* positiv ergänzt wird. Die Variante Weihenstephan bietet ein über die Jahre wechselndes, stets buntes Bild, geprägt von verschiedenen Kräuterarten, von denen keine verdrängende Dominanz erreicht. Ein ganz anderes Bild zeigt die Parzelle der Firma A (Abb. 4). Im Ansaatjahr (1990) präsentiert sie sich bunt blühend. Da es sich jedoch vor allem um einjährige Arten handelt (*Adonis aestivalis*, *Centaurea cyanus*, *Papaver rhoeas*, *Phacelia tanacetifolia* u.a.), bleibt die Mehrzahl schon im folgenden Jahr aus. Nur *Lupinus polyphyllus* und *Chrysanthemum leucanthemum* sind weiterhin aspektprägend vorhanden, unterstützt von ein paar Fremdarten. Langsam gewinnen *Trifolium pratense* und *Taraxacum officinalis* mehr Bedeutung. Dennoch liefert der Bestand dieser Parzelle lediglich zur Vollblüte von *Chrysanthemum leucanthemum* einen ansprechenden Aspekt. Auch in der Parzelle der Firma D (Abb. 5) sind im Ansaatjahr, neben den schon stark vertretenen Leguminosen, mehrere einjährige Arten zu finden, die in folgenden Jahren verschwunden sind. Im Jahr 1991 vermitteln *Trifolium hybridum* und *Trifolium pratense* mit einem Anteil von ca. 90% den Eindruck eines reinen Kleebestandes. Mit dem Ausfallen dieser Arten entwickelt sich ein von Gräsern bestimmter Bestand, in dem *Holcus lanatus* und *Poa trivialis* vorherrschen. In dem Versuchsglied der Firma B (Abb. 6) bleibt dagegen vom Jahr nach der Ansaat (1991) bis 1994 ein sehr hoher Leguminosenanteil (1991:70%, 1994:44%) erhalten. Zudem handelt es sich überwiegend um *Trifolium pratense* (1991) bzw. *Medicago sativa* (1992-1994); die Parzelle erweckt deshalb den Eindruck eines Futterbestandes. Beide Varianten entsprechen zu keinem Zeitpunkt den Vorstellungen von einer Blumenwiese. In der Parzelle der Firma C (Abb. 7) ist der hohe Anteil an *Trifolium incarnatum* (65%) im ersten Jahr nach der Ansaat auffallend. Im darauffolgenden Jahr ist diese überjährige Art zwar noch vorhanden, der Aspekt wird jetzt aber von *Lotus corniculatus* beherrscht. Von Anfang an sind in dieser Variante außer den dominierenden Leguminosenarten auch immer eine Reihe anderer Arten vorhanden. 1994 tragen diese zum ersten Mal entscheidend zum Blühaspekt bei. Es wird interessant sein, die Entwicklung dieser Parzelle weiterhin zu beobachten.

Zusammenfassung

Die Veränderung der botanischen Zusammensetzung im Zeitraum von vier Jahren (1990-1994) ist bei den verschiedenen Mischungen sehr unterschiedlich:

1. Die Variante Weihenstephan entwickelt recht schnell ein ausgewogenes Verhältnis von Gräsern, Kräutern und Leguminosen (35:20:45), und der Bestand setzt sich von Anfang an aus einer Vielzahl ausdauernder Arten zusammen. Auch nach vier Jahren hat das Arteninventar keine nennenswerte Einschränkung erfahren.
2. Enthält die Ansaatmischung viele einjährige und überjährige Arten, ist eine gravierende Veränderung des Arteninventars bereits im ersten Jahr nach der Ansaat vorprogrammiert.

3. Sowohl einzelne dominierende Kräuter- oder Leguminosenarten, die über Jahre vorhanden sind, als auch solche, die nach kurzer Zeit ausfallen, um von sehr grasreichen Beständen ersetzt zu werden, verhindern die Entwicklung eines buntblühenden Aspekts.
4. Auch nach einer anfänglich unharmonischen Zusammensetzung, ist es offenbar möglich, daß sich allmählich ein ansprechender, bunter Bestand entwickelt.

Mit der Zusammensetzung der Ansaatmischung werden grundlegende Voraussetzungen für die Entwicklung einer buntblühenden Blumenwiese geschaffen. Bei einer Beurteilung ist jedoch zu beachten, daß sich die botanische Zusammensetzung der Bestände noch über mehrere Jahre verändern kann.

Literatur

- BIELEFELD, A., 1987: „Blumenwiesen“ - pflanzensoziologisch richtig. Neue Landschaft 2, 88-95
- OPITZ VON BOBERFELD W., 1983: Zur Problematik der Saatgutmischungen für „Blumenwiesen“. Das Gartenamt 1, 30-31
- SCHULZ H., 1987: Neuanlage eines Kräuterrasens. Deutscher Gartenbau 4, 228-231
- SCHULZ H., 1988: Kräuterrasen als alternative Rasenanlage. Rasen-Turf-Gazon 1, 5-13
- THOMET P., THOMET E., ODERMATT St., 1993: NARA-Entwicklung eines alternativen Gebrauchsrasen mit flachwüchsigen Ökotypen von Kräutern und Leguminosen. Rasen-Turf-Gazon 3, 56-63
- WÄCKEN, P., 1984: Versuchsergebnisse zur Ansaat von „Wildrasen-Blumenwiesen“. Zeitschrift für Vegetationstechnik 4, 66-75
- ZOBELT, U. und SIMON, U., 1993a: Zur Ansaat und Etablierung von Blumenwiesenmischungen. 36. Jahrestagung der AG Grünland u. Futterbau in der Ges. f. Pflanzenbauwissenschaften vom 27.-29.8.1992 in Stuttgart-Hohenheim, 225-229
- ZOBELT, U. und SIMON, U., 1993b: Phänologische Entwicklung verschiedener Blumenwiesenmischungen im Verlauf einer Vegetationsperiode. 37. Jahrestagung der AG Grünland u. Futterbau in der Ges. f. Pflanzenbauwissenschaften vom 26.-28.8.1993 in Husum, 133-139

Die FALKE - Weide zu Ehrenberg

Erste Genossenschaftsweide in Sachsen

H.Olschewski*, G.Nollain**, J.Enghardt*, G.Riehl*

Wirtschaftlicher Aufschwung prägte das Ende des 19. und den Anfang des 20. Jahrhunderts im wilhelminischen Deutschland. Explosiv stieg die Zahl der Bevölkerung in den Städten und industriellen Ballungsgebieten an. Damit verbunden erhöhte sich der Bedarf an landwirtschaftlichen Produkten, besonders an Milch und Fleisch ständig und zwang die Landwirtschaft zu intensiver Wirtschaftsweise. Es kam darauf an, nicht nur den Bestand an Rindern zu vermehren, sondern vor allem durch züchterische Arbeit und bessere Haltung Leistungsfähigkeit und Gesundheit zu verbessern. Eine wichtige Voraussetzung dazu war Weidehaltung.

In klarer Erkenntnis der Notwendigkeit, die sich aus der Lage der Landwirtschaft ergab, propagierte der in Leipzig lehrende Universitätsprofessor Friedrich Falke (1871 - 1948) die Weidehaltung der Rinder. In der Königlich Sächsischen Regierung erkannte man sofort die wirtschaftliche und politische Bedeutung des fortschrittlichen Verfahrens und förderte die Einführung der Weidewirtschaft. In Zusammenarbeit mit dem Amtshauptmann zu Pirna, Hans v. Nostitz, dem Tierzuchtinspektor Bruchholz aus Oldenburg, dem Vorsitzenden des Landwirtschaftlichen Kreisverbandes Dresden, Dr. v. Littrow sowie fortschrittlichen Landwirten und Rittergutsbesitzern, bereitete Falke ein Beispiel vor, welches bahnbrechend für die Einrichtung moderner Genossenschaftsweiden in ganz Deutschland werden sollte.

Die Gründung der ersten sächsischen Genossenschaftsweide

In Ehrenberg, am Rande der Sächsischen Schweiz, in einer Höhenlage von 330 m über NN, 864 mm Jahresniederschlägen und einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von 6,9°C konnte Falke seine Pläne verwirklichen.

- Am 26. März 1906 erfolgte die Gründung der Weidegenossenschaft Ehrenberg und Umgebung (eGmbH) mit 79 rechtlich gleichgestellten Personen. Das Jahr 1906 wurde damit zum Geburtsjahr der Weidewirtschaft in Sachsen.
- Die Eintragung ins Genossenschaftsregister erfolgte am 30. März 1906 am Königlichen Amtsgericht zu Neustadt/Sa.
- Mit dem Kauf des Mehnertschen Gutes in Ohrehrenberg mit 35 ha Nutzfläche und dem Gutshof war eine wichtige Voraussetzung für eine störungsfreie Organisation erfüllt.

* Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Fachbereich Tierzucht, Fischerei und Grünland
Referat Grünland, Schönecker Str. 3, Postfach 91 08601 Oelsnitz

** Staatliches Amt für Landwirtschaft und Gartenbau Stolpen, Pirnaer Landstraße 14
01833 Stolpen

Zur Organisation der Weidegenossenschaft

Wichtige Instrumentarien der Leitung, Regelung und Organisation waren Statut, Betriebs- und Geschäftsordnung sowie die Dienstanweisungen. Diese Dokumente hat Falke für die Gründung mit Akribie vorbereitet. Organisiert und kontrolliert sowie verwaltet wurde das gesamte rechtliche und betriebswirtschaftliche Regelwerk, dem sich jedes Mitglied zu unterwerfen hatte, durch die Generalversammlung, Vorstand und Aufsichtsrat. Im Durchschnitt der 54 Jahre ihres Bestehens umfaßte die Weidegenossenschaft 100 - 120 Genossen mit 190 - 220 Anteilen.

Weideeinrichtung und Weideablauf

Nach Umwandlung von Acker in Grünland und Rodung eines Teils des Waldes standen 32 ha Weideland zur Verfügung. Dieses wurde in 16 - 18 Koppeln mit Größen von 1,75 - 2,25 ha eingeteilt und als klassische Umtriebsweide mit 2 Herden, meistens jedoch mit 3 Herden bewirtschaftet. Für jede Herde mit 40 - 45 Jungrindern und 8 - 10 Fohlen standen 6 Koppeln zur Verfügung. Die von Falke vorgenommene Koppelleinteilung war bis in das Detail durchdacht. Jede Koppel wies Tal und Hügel auf, schattenspendende Stellen waren gut verteilt und wurden durch Schutzhütten ergänzt. Die Tränkwasserversorgung war gesichert durch die das gesamte Weideland quer durchlaufenden kleinen Bäche, die Holztröge auf befestigten Tränkplätzen speisten. Der Außenzaun wurde mit Eisenbahnschwellen, die im Abstand von 10m standen und durch dazwischenstehende Holzpfähle sehr stabil errichtet sowie durch Glattdraht und Holzstangen gesichert. Die inneren Abteilungen wurden mit Stangen abgetrennt.

Eine zentrale Stellung in der Weidegenossenschaft wurde der Arbeit des Weidewärters eingeräumt. Falke wies besonders darauf hin, daß von der Auswahl der geeigneten Person der Erfolg des Unternehmens mitbestimmt wird.

Der Betriebsablauf vollzog sich auf der Grundlage der Betriebsordnung. Jeder Genosse hatte mindestens ein Tier auf die Weide zu bringen. Nach entsprechender Anmeldung waren die Tiere zum festgelegten Termin anzuliefern und wurden von einer Kommission auf Gesundheitszustand und Weidefähigkeit geprüft. Nach erfolgter Gewichtsfeststellung und der Ermittlung des Geldwertes ging das Tier mit der Eintragung im Weidebuch in Besitz und Obhut der Weidegemeinschaft über. Am Ende der Weidesaison und nach erfolgter Bezahlung des Weidegeldes (35,- bis 50,- Mk je Rind und 60,- bis 85,- Mk je Fohlen) übergab man die Tiere an die Eigentümer zurück.

Die Ergebnisse der Weidegenossenschaft von 1906 bis 1960

Die mustergültige Geschäftsführung und Buchhaltung ermöglicht heute relativ genaue Aussagen zur Leistung der Weide:

- Im Zeitraum von 54 Jahren standen 7100 Kalben und 1350 Fohlen in Pension.
- Die Kalben wurden mit einem Durchschnittsgewicht von 240 kg, die Fohlen mit durchschnittlich 330 kg auf die Weide gebracht.

- Der durchschnittliche Zuwachs betrug bei Kalben 556 g je Tier und Weidetag, bei Fohlen 600 g (Schwankungsbreite bei Kalben 400 - 700 g).
- Die Weidedauer betrug durchschnittlich 144 Tage (Anfang Mai bis Ende September).
- Kraftfutter wurde nie verabreicht.
- Der Reingewinn betrug im Durchschnitt ca. 500 Mk/Jahr mit einer Schwankungsbreite von 350 - 1100 Mk.

Die Ertäge der Falke-Weide (nach BREUNIG und KREIL)

Jahre	Stärkewerte kg/ha	Weidetagszunahmen g/Kalbe
1906 - 1910	2374	527
1911 - 1915	2357	508
1916 - 1920	2613	522
1921 - 1925	3338	493
1926 - 1930	2905	522
1931 - 1935	2745	607
1936 - 1940	3204	590
1941 - 1945	3325	697
1946 - 1955	3015	653
1955 - 1960	3000	530 (ergänzt)

Grundsätze der von Falke geprägten Weidewirtschaft sind auch heute aktuell

1. Artenvielfältiger, standortgerechter Pflanzenbestand.
Für die Ansaaten wurden Saadmischungen mit 13 - 14 Arten und einem Leguminosenanteil von ca 17 % verwendet.
2. Naturnahe Bauweisen der Weideeinrichtungen.
3. Wirtschaftlich und ökologisch günstige Weideverfahren.
4. Bedarfsorientierte, umweltverträgliche Düngung unter Beachtung von Besatzstärke und Leguminosenanteil. Im Durchschnitt wurden 60-70 kg P_2O_5 /ha in Form von Thomasmehl und 70 kg K_2O /ha, vorwiegend als Kainit, gedüngt. N wurde mit 15-20 kg/ha nur auf Koppeln gebracht, die zuerst beweidet wurden.
Mit der Einführung der Bodenuntersuchung 1930 wurde mit der Kalkung begonnen.
5. 1907 erfolgte die Pflanzung von Kastanien im Sechseckverband. Sie bieten den Rindern Schutz, fungieren als wertvolle Biotope und sind heute Wahrzeichen der Falke-Weide. Ebenso wertvoll ist die 1947 angelegte Weißdornhecke. Sie ist lebender Zaun, Schattenspender, "Fliegenbürste" für die Weidetiere, Windschutz und bietet vielen Tieren Lebensraum.

Resümee und Ausblick

Mit dem Verständnis von Demokratie im Sinne Friedrich Wilhelm Raiffeisens, hat diese kleine Genossenschaft in 54 Jahren gewaltiger politischer und wirtschaftlicher Veränderungen ihre Existenz sichern können. Im Kaiserreich gegründet, hat sie den 1. Weltkrieg und die Weimarer Republik mit den schweren Jahren der Inflation überstanden. Sie trotzte der nationalsozialistischen Wirtschaft und überlebte den 2. Weltkrieg. Auf Befehl Nr. 146 der SMAD vom 20. November 1945 setzte die Genossenschaft ihre Arbeit fort.

Die Weidegenossenschaft Ehrenberg und Umgebung (eGmbH) wurde am 07. März 1960 auf Beschluß des Rates des Bezirkes Dresden aus dem Genossenschaftsregister gelöscht. Am 10. März 1960 fand die 54. und letzte Generalversammlung statt. Die Mitglieder beschlossen die Angliederung an die Bäuerliche Handelsgenossenschaft (BHG) Neustadt.

Die Weidegenossenschaft hatte aufgehört zu existieren.

In den Folgejahren erfolgte die Nutzung der Weide durch die LPG Ehrenberg mit Milchkühen. In Ehrenberg hat Professor Falke nicht nur die erste Genossenschaftsweide begründet sondern zugleich der Weidewirtschaft in Sachsen neue Impulse gegeben. Die Weidewirtschaft mit Rindern entwickelte sich nach dem 2. Weltkrieg zur bestimmenden Nutzungsform des Grünlandes in Sachsen.

Eingedenk des kulturhistorischen Wertes der Falke-Weide wurden 1992/1993 im Kernbereich der Weide 2,79 ha in 4 Koppeln originalgetreu wieder aufgebaut. Der Aufbau der Weideanlagen erfolgte mit ABM-Kräften und wurde mit Mitteln des Sächsischen Kulturlandschaftsprogrammes (KULAP) durch das Sächsische Staatsministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten gefördert. Am 22.09.1993 ist die Anlage der Öffentlichkeit vorgestellt worden.

Damit ist die Falke-Weide am Rande des Nationalparkes Sächsische Schweiz heute

- ein agrarhistorisches Kleinod der Weidewirtschaft,
- ein wertvolles Objekt der jüngeren Geschichte der Landwirtschaft,
- ein Stück liebens- und schützenswerte Heimat für die Ehrenberger und
- ein Beispiel für umweltverträgliche Landwirtschaft.

Quellen:

ANONYM Eröffnung der Jungviehweide Ehrenberg und Umg. Pirnaer Anzeiger v. 31.05.1906

FALKE, F: Die Weidegenossenschaft Ehrenberg, ihre Ziele und Betriebseinrichtungen sowie die Ergebnisse des ersten Wirtschaftsjahres.
Druck von Fr. Zeugner in Liebertwolkwitz 1907

GEITH, R; TEUCHER; BÖHME, E; BRUCHHOLZ: Beiträge in "Sächsische Landwirtschaftliche Zeitschrift" Nr. 27; Dresden, den 5. Juli 1931 - Grünland-Sondernummer 79.(53.) Jahrgang

Heimatismuseum "Professor Alfred Meiche" Sebnitz; Direktor Herr Manfred Schober
Hertigswalder Straße 12 in 01855 Sebnitz -Archivunterlagen, zur Genossenschaftsweide Ehrenberg (Statut, Betriebsordnung, Abrechnungen, Protokolle etc.)

KREIL, W; BREUNIG, W.: 50 Jahre Jungviehweidegemeinschaft, - Praktische Erfahrungen beim Betrieb der Jungviehweide Ehrenberg/Sachsen.
Deutscher Bauernverlag Berlin 1956

Landnutzungssystem Extensivweide auf Niedermoor - Auswirkungen auf abiotische und biotische Ressourcen

Gisbert Schalitz, Anton Scholz, Andreas Fischer, Wolfgang Leinritz und Horst Käding*

1. Einleitung

In den neuen Bundesländern sind die Tierbestände seit 1989 drastisch zurückgegangen. Die Reduzierungen belaufen sich auf über ein Drittel bei Rindern und ca. 50 % bei Schafen. Damit ist eine tiergebundene Nutzung des vorhandenen Grünlandes selbst bei extensiver Bewirtschaftung kaum noch möglich. Im Land Brandenburg ist ein Tiefstand von 0,4 RGV/ha LF erreicht (LEHMANN, 1994). Im Nordosten Deutschlands gibt es in vielen Gemeinden nur noch 0,5 bis 1 RGV pro ha Grünland.

Es besteht die reale Gefahr der Auflassung von Grünlandflächen bzw. sehr unregelmäßiger Nutzung. Bei Moor ist damit verstärkte Mineralisation und Torfabbau verbunden, da sich die Böden selbsttätig stark auflockern, wenn eine regelmäßige Verdichtung fehlt. In den vorliegenden Untersuchungen war deshalb zu prüfen, wie mit niedrigen Besatzstärken eine moorschonende Bewirtschaftung erreicht werden kann.

2. Material und Methoden

Die Weideversuche wurden in den Jahren 1991 bis 1994 auf Paulinenaauer Niedermoorweiden im Haveländischen Luch durchgeführt. Als Versuchsfläche dienten 37 ha flach- bis mitteltiefgründiges Niedermoor mit Sanddurchtragungen.

Hydrologischer Moortyp:	Versumpfungsmoor
Ökologischer Moortyp:	Eutrophiertes Moor
Torfart:	Schilftorf mittlerer bis starker Zersetzung, in geringem Umfang Seggen- und Bruchwaldtorf
Mudden:	Kalkmudde als liegende Schicht vereinzelt vorkommend
Bodentyp:	Mulm, Annoorgley, Graugley
Untergrund:	Feinsand zur Mittelkörnigkeit neigend
Relief:	28,50 bis 29,50 m NN, stark gegliedert 8 % < 28,60, 78 % 28,60 - 28,90, 14 % > 28,90 m NN
Moormächtigkeit:	42 % < 8 dm, 45 % 8 - 12 dm, 14 % > 12 dm
Grundwasser:	Mittleres Niveau (78 % der Flächen) von 0,8 m (Trockenperioden) bis 0,1 m (Nässeperioden) schwankend

Klimatisch gehört der Standort zum stärker maritim beeinflussten Binnentiefenlandklima. Die Niederschläge lagen im Mittel der Jahre 1961 bis 1990 bei 521 mm. Als Jahresmitteltemperatur werden 8,6 °C angegeben. Das abiotische Untersuchungsprogramm war auf Grundprozesse der Gefüge- und Stoffdynamik ausgerichtet. Eine Düngung erfolgte in den Versuchsjahren nicht, da Stoffkreislauf und Verlauf des Aushagerungsprozesses verfolgt werden sollten. Zur Beurteilung der Pflanzenbestände diente die erweiterte BRAUN-BLANQUET-SKALA.

Es wurde mit Jungtieren der Rassen Galloway und Schwarzbunte (Besatzstärken 0,5 bis 1 GV/ha) gearbeitet. Gewichtsfeststellungen nahmen wir zum Auf- und Abtrieb vor. Mit einer Herde von 10 DSR-Färsen ist die Winterweide erprobt worden. Alle Weidetiere waren in ein ethologisches Beobachtungsprogramm eingebunden (Raum-Zeit-Verhalten, Nahrungsaufnahme/Futterselektivität, Tränkwasserverbrauch, sonstige tiergebundene Wirkungen). Die Arbeiten verfolgten das Ziel, ökologische Aspekte der Eignung o.g. Rassen für die Extensiv-

* Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung e. V. Müncheberg,
Institut für Grünland- und Moorökologie, Gutshof 7, 14641 Paulinenaue

weide auf Niedermoor bzw. die Landschaftspflege zu erkunden, also auch ambivalente Auswirkungen des Weideverhaltens wie lokalbegrenzte Schädigung der Flora durch selektiven Verbiß und Durchtreten der Narbe wie auch erhöhten punktuellen Nährstoffeintrag im Ökosystem zu analysieren.

3. Ergebnisse

3.1. Standortbedingungen und Beweidbarkeit

Die vorwiegend flachgründigen, sandunterlagerten Versumpfungsmoore Brandenburgs sind zu 40 % (~ 60.000 ha) mehr oder weniger stark reliefiert. In dieser Ausprägung sind sie bei allgemein begrenztem Wasserangebot prädestinierte Weidestandorte, da sie praktisch unter allen Witterungsbedingungen auf Teilflächen betretbar sind.

Die Auswertung dreijähriger Untersuchungen ergab, daß sich die Grundwasseroberfläche im wasserzügigen liegenden Sand (k_f 1,7 bis 2,0 m/d) überwiegend in nahezu horizontaler Lage befindet, so daß der Grundwasserabstand in Abhängigkeit vom Relief meist zwischen 0,3 bis 0,7 m unter Flur schwankte. In den Senken trat alljährlich über mehrere Wochen Oberflächenwasser auf, was den Weidegang nicht beeinträchtigte. Aus diesen Gegebenheiten leitet sich ab, daß bei Extensivweide das Winterwasser so weit zurückzuhalten ist, daß die Vernässung der Senken bis Mitte April/Anfang Mai anhält. Reliefiertes Versumpfungsmoor bietet ausreichend Rückzugsmöglichkeiten für das Weidevieh als auch die Bodenfauna auf höhergelegene trittfeste Teilflächen. Somit ist auch Winterweide möglich, wie die positiven Ergebnisse des extrem nassen Winterhalbjahres 1993/94 zeigten. In Trockenperioden nutzen die Weidetiere stärker die Senkenareale. Das ist aus Sicht der Durchtrittigkeit, möglicher Giftpflanzen (Giftohnenfuß) und eventueller Endoparasiten nicht problemlos. Andererseits können wertvolle und interessante Arten der Feuchtbiotope über das Weidevieh zum Keimen gebracht bzw. weiter verbreitet werden.

3.2. Gefügedynamik

Trockenrohdichte und Kegeleindringwiderstand wurden jährlich auf festen Meßachsen und verschiedenen bewirtschafteten Flächen ermittelt. Dabei waren Profile gleicher Torfmächtigkeit von den Varianten Weide, freie Sukzession und naturnaher Standort heranzuziehen (Anl. 1, 2).

Nach zwei Jahren Beweidung war die Trockenrohdichte im Oberboden (0 - 3 dm) der Weide gegenüber der Sukzession um 60 g/l angestiegen. Eine bodenverdichtende Wirkung konnte mittels der Drucksonde bis 15 cm Tiefe nachgewiesen werden (SCHOLZ, 1994). Damit ist eine eindeutige Reduzierung der Torfmineralisation verbunden.

3.3. Stoffdynamik

Der Aushagerungsprozeß an Grundnährstoffen wird durch Umverteilungen stark modifiziert, außerdem werden nur geringe Nährstoffmengen mit den tierischen Produkten abgeführt (SCHALITZ, 1970). Deshalb waren bei P und K noch keine eindeutigen Tendenzen erkennbar. Die N_{min} -Bestimmung versprach größere Relevanz, da davon ausgegangen werden kann, daß der Moorboden hohe N-Mengen freisetzt und der Tritt eine mineralisierungshemmende Wirkung ausübt (Anl. 3, 4). Methodisch wurde danach gestrebt, die Sicherheit der Ergebnisse durch eine große Probenanzahl zu erhöhen. Über die Gesamtflächen wurde ein Raster von 43 Quadraten je 0,8 - 1,0 ha gelegt. In jedem Rasterquadrat erfolgte die Probenahme an 20 Punkten mit je 2 Schichten (0 - 30 cm und 30 - 60 cm). Die 20 Proben einer Schicht kamen als Mischprobe ins Labor.

Insgesamt konnte festgestellt werden, daß sich bei Weide gegenüber der freien Sukzession der Anteil von NO_3 -N auf ein Drittel reduziert ($\approx 23 \text{ kg} \rightarrow 7 \text{ kg/ha}$). Der Anteil des NH_4 -N verringerte sich bei Weide um 12 % gegenüber der aufgelassenen freien Sukzession.

3.4. Entwicklung der botanischen Zusammensetzung

Bei der Versuchsweide handelt es sich um einen ehemaligen Saatgrasbestand mit Rohrschwengel als Hauptbestandspartner, der Ende der 80er Jahre angesät wurde. Inzwischen hat sich die Vegetation dem Relief angepaßt und weist Flutrasen in den nassen Senken, daneben Rohrglanzgrasbestände bis zur Ruderalvegetation der trockenen Kuppen auf. Dazwischen kommen Bereiche mit Rohrschwengel und Gemeiner Rispe als Hauptbestandspartner aber auch Partien mit nitrophiler Hochstaudenvegetation (Ackerkratzdistel, Brennessel) vor.

Die Beweidung erstreckt sich im Jahresverlauf auf alle Vegetationseinheiten. Rohrglanzgrasbestände sind auch bei Nässe weitgehend trittfest, was vor allem für die Winterweide bedeutsam ist. Im ersten Versuchsjahr 1991 kam die Distel weitgehend punktförmig vor, ihren Ausgangspunkt nahm sie wahrscheinlich aus Flugsamen, die auf Maulwurfshaufen keimten. Zunächst besiedelte sie vorrangig höhergelegene Standorte der trockenen bis frischen Lage. Sie dringt aber allmählich in die feuchteren Bereiche vor. Nur die von Flutrasen beherrschten nassen Senken bleiben distelfrei. Schon im zweiten Weidejahr wurde eine erhebliche Ausbreitung der Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*) registriert. Während WEHSARG (1954) eine vegetative Ausbreitung von 1 bis 2 Meter pro Jahr auf Ackerböden verzeichnete, erreichten die Disteln auf Moor 3 bis 4 Meter (SCHOLZ, 1994). Jahreszonen der vegetativen Ausbreitung lassen sich in den Monaten Juli/August am zeitlich versetzten Blühverlauf sowie der Fruchtreife im Randbereich der Distelfelder nachweisen. Die Disteln im äußeren Ringbereich (Ausbreitzzone des jeweiligen Jahres) reifen später.

Die Tiere meiden die Disteln weitestgehend und so werden sie auch durch den Tritt kaum geschädigt. Es zeigte sich, daß ohne Nachmahd nicht auszukommen ist. Als günstigster Zeitpunkt ist die Periode der größten Verausgabung im Juli anzusehen. Nach der Mahd entwickeln sich wieder stärker *Poa pratensis*, *Poa trivialis*, *Phalaris arundinacea* und verschiedene Kräuter.

Die Brennessel muß hingegen weniger als Problempflanze betrachtet werden. Ihr flachstreichendes Wurzelsystem wird durch Tritt geschädigt, und sie wird zeitweilig auch nicht ungerne verbissen. Durch Beweidung kann sie eindeutig zurückgedrängt werden. Wenn die Grundwasserstände um 20 - 30 cm höher eingestellt werden, wird auch die Distel dezimiert, wie die jüngste Entwicklung der Jahre 1993/94 beweist.

Die Senkenvegetation erhält Chancen ihrer weiteren Ausbreitung, u.a. auch solcher Arten, die noch sehr selten vorkommen (*Inula britannica*, *Sonchus palustris*, *Thalictrum flavum*, *Serratula tinctoria*, *Gentiana pneumonanthe* u.a.). Es ließe sich eine artenreichere Pflanzendecke aufbauen, die den landeskulturellen und ästhetischen Wert der Weide deutlich anhebt.

3.5. Ethologisches Untersuchungsprogramm und Weideleistungen

Großdimensionierte Standweiden ermöglichen eine hohe Laufleistung, die im Sinne der Bodenverdichtung und des Bodenschutzes positiv zu bewerten ist.

Die Analyse der Aufenthaltsdauer in einem festgelegten Rastersystem läßt deutlich tierseitige Ansprüche erkennen, die die Rinderrassen bzw. Genotypen charakterisieren und ihre Eignung für die Niedermoornutzung erkennen lassen. Grundsätzlich suchen Rinder eine Vielzahl an Plätzen auf, die mit dem Wechsel der Jahreszeit Veränderungen unterworfen sind. Aus der Häufigkeit des Aufsuchens von Aufenthalts- bzw. Liegeplätzen ergeben sich differenzierte Wirkungen. Sie reichen von keiner erkennbaren Schädigung über eine lokal begrenzte Beeinträchtigung der Grasnarbe durch Tritt und Liegen bis zur totalen Zerstörung der Altnarbe mit nachfolgender Ausbreitung von Ruderalarten. Zwischen normalen Weidearealen und Liegeplätzen finden beachtliche Nährstoffumverlagerungen statt, die für die Galloway-Weide wie folgt charakterisiert werden können (Tab. 1). Es leitet sich die Notwendigkeit ab, stark frequentierte Plätze zumindest zeitweise auszuzäunen. Durch den Wechsel der Tränk- und Zufütterungsplätze kann ebenfalls ein günstiger Effekt erreicht und die Narbe geschont werden.

Tabelle 1: Stickstoffmengen im Boden von drei Liegeplätzen und drei Weidepunkten, 30 m entfernt (x̄ 0 - 30 cm, Oktober - Dezember 1992)*

		kg/ha NO ₃ -N/ha	kg/ha NH ₄ -N/ha	
Liegeplatz	1	476	1075	
Weide	1	86	131	
Liegeplatz	2	1095	95	
Weide	2	90	79	
Liegeplatz	3	504	24	
Weide	3	65	41	*Trockenroh- dichte 500 g/l

Aus der tagsüber oftmals stundenlangen Frequentierung der wenigen schattigen Plätze während der warmen Jahreszeit läßt sich erkennen, daß die Galloways mit dem Hitzefaktor unter unseren Bedingungen zu kämpfen haben. Bei der Nutzung dieser Rasse sind die mikroklimatischen Bedingungen eines Standortes und insbesondere dessen Umfang an Schattenspendern (Landschaftsstrukturierung) zu berücksichtigen. Ab Herbst kommen die Vorteile dieser Robustrasse voll zum Tragen. Selbst an Regentagen mit niedrigen Temperaturen begnügen sich die Tiere mit höhergelegenen Liegeplätzen, wobei Stellen mit überständigem Gras bevorzugt werden. Die zwangsläufige Fixierung der Tiere auf wenige Punkte (Schattenlagen, Senken) im Sommer ist nunmehr beendet. Auch das Deutsche Schwarzbunte Rind kommt mit den herbstlichen und winterlichen Bedingungen auf Niedermoor gut zurecht. Die Tiere haben die extreme Winternässe und zwei Frostperioden 1993/94 bestens überstanden. Bedingung sind ausreichende Grasbestände, reichliche Tränkwasserbereitstellung bei dem TS-reichen Futter bzw. bei Frost und reliefiertes Gelände. Eine höher gelegene Weideunterkunft mit trockener Einstreu als Liegeplatz und Windschutz wird für notwendig erachtet (Öffnung nach Süd/Ost). Werden adäquate Bedingungen für die Tiere geschaffen, so sind vertretbare ökonomische Resultate möglich. Dabei muß man sehen, daß die Ergebnisse mit geringsten Kosten, d.h. ohne jede Düngung und minimalen Pflegeaufwand zustande gekommen sind.

Tabelle 2: Weidleistung einer extensiven Niedermoorweide in drei Versuchsjahren (Gallowayjungrinder)

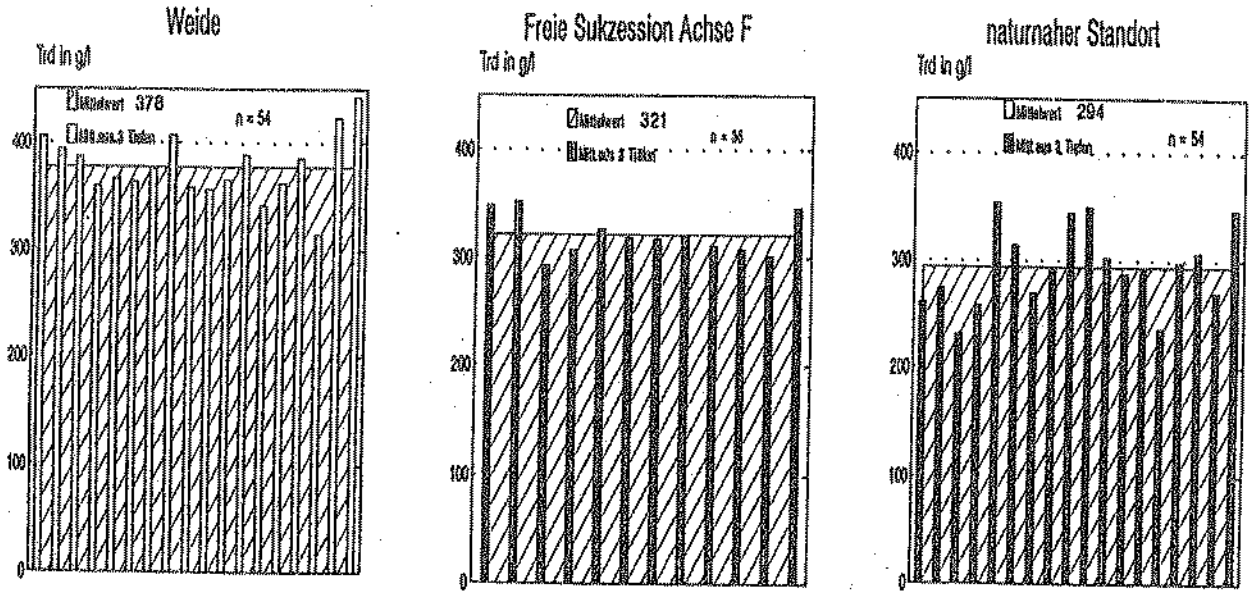
Jahr	Tierzahl	Weidezeit Tage ges.	Fleischzuwachs			MJ NEL pro ba
			je Rind x̄ kg	je Tier-d x̄ g	je ha kg	
1991	11	211	151	714	237	13 143
1992	24	221	134	605	201	11 150
1993	14	230	117	507	182	11 505

Literatur

- LEHMANN, H. (1994): Jahresbericht LVGF, Paulinenaue 1993
 SCHALITZ, G. (1970): Zur Kalidüngung von Intensivweiden. Tierzucht 24, 5, S. 183
 WEHSARG, O. (1954): Ackerunkräuter. 2. Auflage, Akademie-Verlag Berlin
 SCHOLZ, A. (1994): Zwischenbericht 1993 für BMFT-Projekt "Ökosystemmanagement für Niedermoore", Unterprojekt Havelluch (unveröffentlicht)

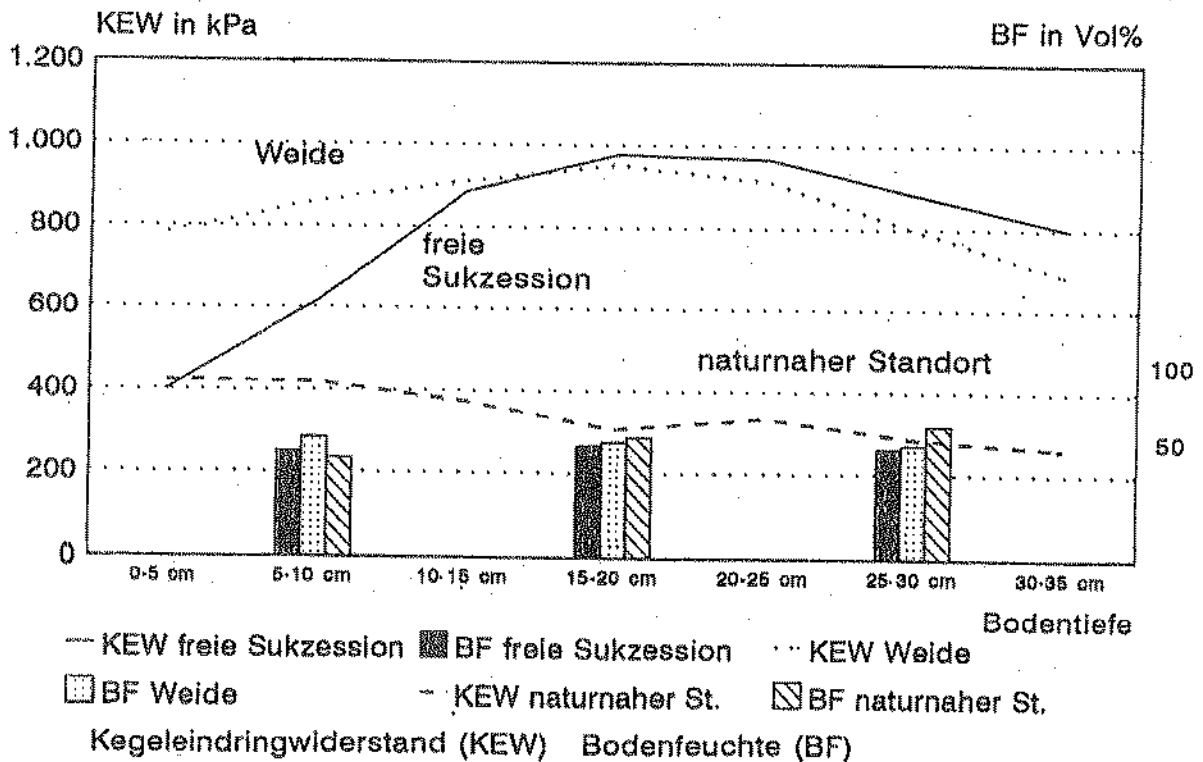
Anlage 1

Trockenrohdichten



Anlage 2

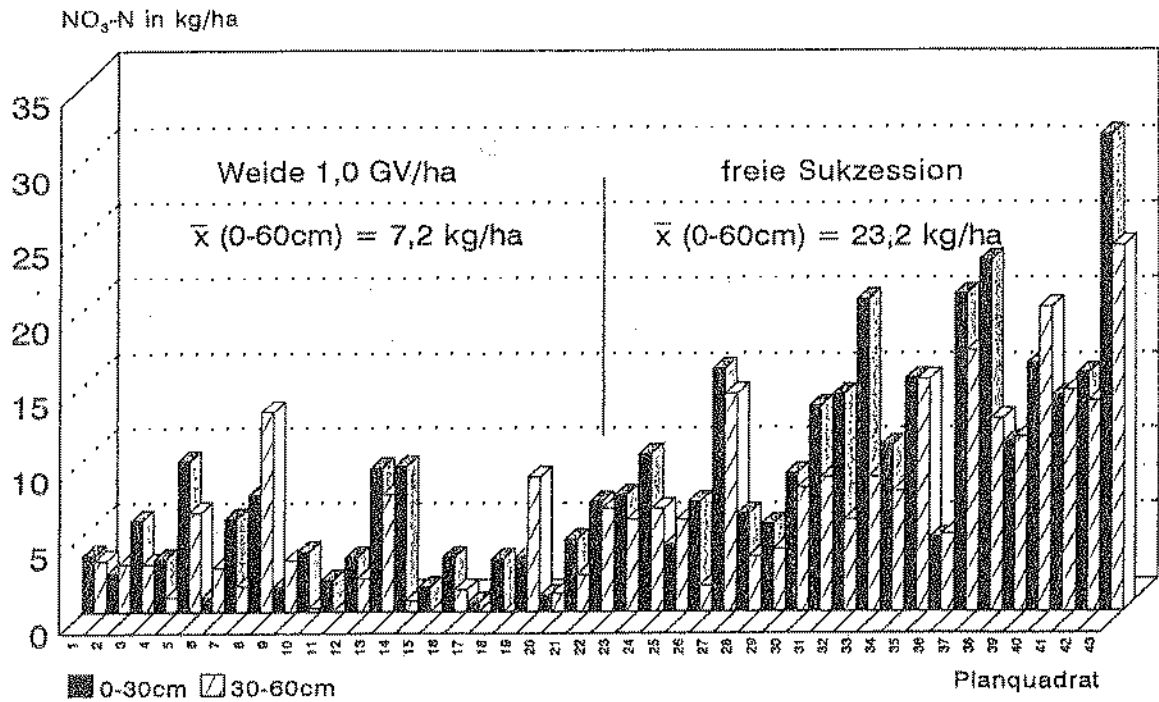
Kegeleindringwiderstandsmessung 1992/1993



Anlage 3

N_{\min} Ergebnisse Oktober 1993

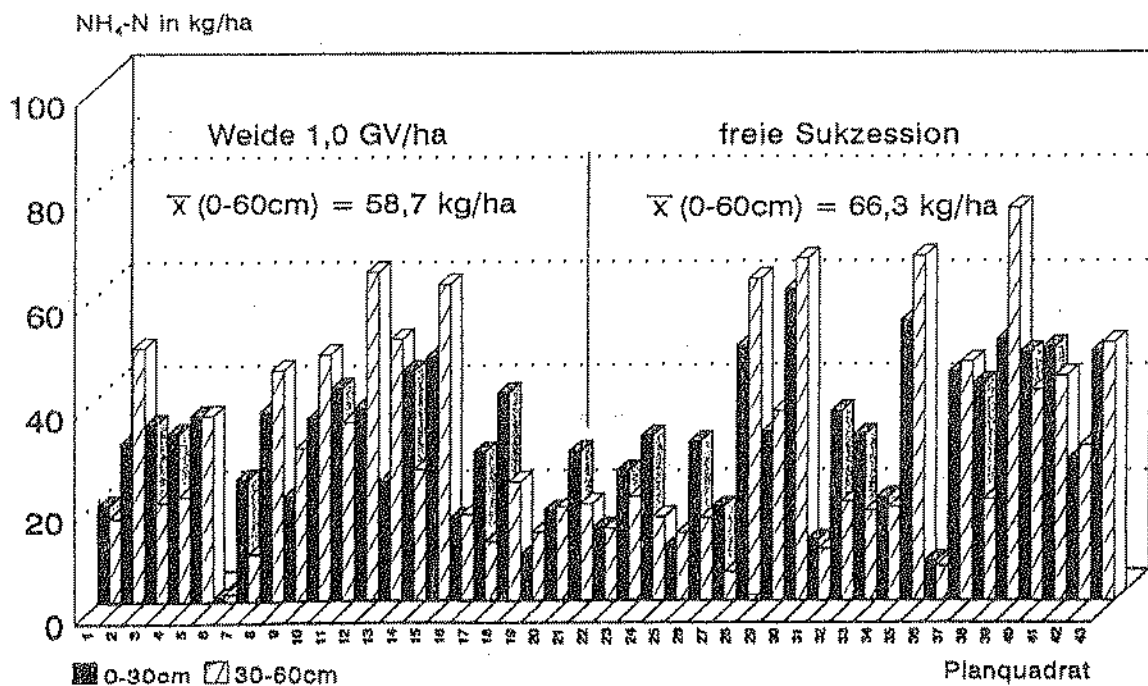
Bearbeiter: BEHRENDT, A. u. SCHOLZ, A.



Anlage 4

N_{\min} Ergebnisse Oktober 1993

Bearbeiter: BEHRENDT, A. u. SCHOLZ, A.



Stickstoffwirkungen von Weidetierexkrementen auf Grünland

U. Küntzel*

Einleitung

Genauere Kenntnisse über den N-Umsatz auf Grünland sind eine wichtige Voraussetzung für die Gestaltung umweltverträglicher Nutzungsverfahren (Oenema et al. 1992). Im Jahre 1993 wurde von uns mit Untersuchungen zum Stickstoff-Umsatz unter Grünland begonnen, wobei neben dem Einfluß der mineralischen N-Düngung insbesondere die Wirkungen des N aus den Weidetierexkrementen auf die Ertragsbildung und die Prozesse des N-Kreislaufes im Boden versuchsmäßig bearbeitet werden. Weißbach und Ernst (1994) haben auf die N-Überschüsse bei der Weidewirtschaft hingewiesen und Weißbach (1992) hat versucht, die N-Effizienz der Weidetierexkremente abzuschätzen.

Ziel dieser Arbeiten ist es, erweiterte Kenntnisse über Wirkungsart und -grad der Weidetierexkremente in Kombination mit der mineralischen N-Düngung zu gewinnen, um ökonomisch sinnvolle und zugleich ökologisch verträgliche, verbesserte Konzepte für N-Düngung und Nutzung von Grünland zu entwickeln. Erste Versuchsergebnisse über Pflanzenerträge und N-Leistungen werden vorgestellt. Über die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen wird zu einem späteren Zeitpunkt berichtet.

Versuchsansätze, Material und Methoden

Im Frühjahr 1993 wurden auf einem 10jährigen Grünlandbestand (90% Gräser, 9% Kräuter, 1% Weißklee) zwei Versuche angelegt. Im ersten Versuch, einer zweifaktoriellen Spaltanlage in dreifacher Wiederholung wurde die N-Zufuhr durch tierische Exkremente auf der Weide simuliert. Die mineralische N-Düngung (Großteilstücke) wurde in 3 Stufen variiert [M]: 0-25-50 kg N/ha⁻¹Nutzung⁻¹ und als Kalkammonsalpeter verabreicht. Auf jeder Mineraldüngerstufe wurden nach jeder Nutzung auf einer 12m²-Parzelle 2 Kotflecken, auf einer anderen 2 Harnflecken aufgebracht (Kleinteilstücke). Die Ausbringung der Exkrementflecken erfolgte in quadratischen Blechrahmen:

Kot [K]: 0,3 x 0,3 m = 0,09 m², 3,1 kg Kot, mittlere N-Menge 14,2 ± 0,9 g N

Harn [H]: 0,6 x 0,6 m = 0,36 m², 4,3 l Harn, mittlere N-Menge 43,7 ± 5,6 g N

Im zweiten Versuch wurden die Stickstoffwirkungen von Mineraldünger, Kot- und Harnflecken in Abhängigkeit vom Ausbringungszeitpunkt miteinander verglichen. Es wurde nur eine Stickstoffgabe pro Jahr auf getrennten Parzellen zu den einzelnen Nutzungsterminen verabreicht. Die N-Menge wurde in 3 Stufen variiert: 10,4 - 20,8 - 41,7 g N/m². Mineraldünger wurde als Kalkammonsalpeter, gleichmäßig verteilt, ausgebracht. Kot- und Harnausbringung erfolgten in den beschriebenen Blechrahmen in Schachbrettanordnung, so daß um jede Exkrementstelle gleich große unbehandelte Flächen verblieben. Somit waren 50 % einer Parzelle mit Exkrementen beeinflusst. Die Exkrementmenge je Fleck wurde folgendermaßen variiert: 0,4 - 0,8 - 1,6 kg Kot/Fleck und 1,1 - 2,2 - 4,3 l Harn/Fleck. Die Exkremente wurden 3 - 5 Tage vor der Ausbringung durch das FAL-Institut für Tierernährung von Rindern im Stall mittels Exkrementgeschirren gesammelt und unmittelbar vor der

* Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung - Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Institutsleiter: Prof. Dr. habil. F. Weißbach

Ausbringung deren N-Gehalte bestimmt. Es erfolgten 6 Schnittnutzungen/Jahr; Erträge, sowie Trockenmasse [TM]- und N-Gehalte des Pflanzenmaterials wurden bestimmt.

Die Ergebnisse der gleichzeitig erfolgten Bodenuntersuchungen werden später behandelt.

Ergebnisse

Im ersten Versuch belief sich der Flächenanteil der Exkrementflecken für Kot auf 1,5 % und für Harn 6,0 % pro Nutzung, so daß die N-Zufuhr aus den Exkrementflecken über Kot $23,7 \pm 1,6 \text{ kg N/ha}^1 \cdot \text{Nutzung}^{-1}$ und über Harn $72,8 \pm 9,2 \text{ kg N/ha}^1 \cdot \text{Nutzung}^{-1}$ betrug. Somit wurden pro Jahr zusätzlich zur Minereraldüngung über Kot $118,5 \text{ kg N/ha}^1 \cdot \text{a}^{-1}$ und über Harn $363,8 \text{ kg N/ha}^1 \cdot \text{a}^{-1}$ zugeführt.

Den höchsten Düngungseffekt hatten die Exkremente bei völligem Verzicht auf N-Düngung; bei hohem Düngungsniveau dagegen wirkten zusätzliche Kotstellen sogar ertragsmindernd (Tab. 1).

Tabelle 1: Trockenmasseerträge (dt TM/ha) auf Grünland bei steigender Stickstoffdüngung und Kot- und Harnstellen (Mittel aus 3 Wiederholungen)

Nutzung Nr.	am	ohne Minereraldüngung			Minereraldüngung 25 kg N/ha · Nutzung			Minereraldüngung 50 kg N/ha · Nutzung		
		unge- düngt	Kot	Harn	ohne Exkrem	Kot	Harn	ohne Exkrem	Kot	Harn
1 ¹⁾	18.05.	29,4	29,4	29,4	30,9	30,9	30,9	32,5	32,5	32,5
2	10.06.	6,3	9,2	10,3	11,9	11,0	11,5	14,1	13,3	13,6
3	15.07.	3,4	5,0	8,3	10,3	12,1	11,3	15,9	15,0	15,2
4	11.08.	2,3	4,1	10,6	10,0	11,8	15,3	15,8	16,9	18,3
5	23.09.	3,5	5,6	15,5	11,2	14,1	17,7	19,5	18,2	20,9
6	08.11.	0,7	2,6	4,8	4,5	4,9	5,6	5,5	6,0	5,1
Jahresertrag gesamt		45,6	55,9	78,9	78,8	84,8	101,9	101,9	92,3	105,6
2. - 6. Nutzung		16,2	26,5	49,5	47,9	53,9	69,4	70,6	61,4	73,1

¹⁾ 1. Nutzung nur mit Minereraldüngung, aber ohne Exkrementflecken

Die unterschiedlichen Stickstoffleistungen von Mineraldünger sowie Kot- und Harnflecken sind in Tabelle 2 dargestellt. Der Düngungseffekt des N der Exkrementflecken war stets wesentlich kleiner als der des Mineraldünger-N und ging mit steigendem N-Düngungsniveau gegen Null.

Tabelle 2: Stickstoffeffizienz auf Grünland bei steigender Stickstoffdüngung und zusätzlichen Kot [K]- und Harn [H]-Flecken (Jahreserträge der 2. bis 6. Nutzung)

	keine Mineral- N-Düngung		25kg N/ha ¹ · Nutzung ¹			50kg N/ha ¹ · Nutzung ¹		
	K	H	ohne Exkr.	K	H	ohne Exkr.	K	H
<u>N-Zufuhr (kg N/ha)</u>								
aus Mineraldünger	0	0	125,0	125,0	125,0	250,0	250,0	250,0
aus Exkrementen	118,5	363,8	0	118,5	363,8	0	118,5	363,8
gesamt	118,5	363,8	125,0	243,5	488,8	250,0	368,5	613,8
<u>Ertragssteigerung (dt TM/ha)</u>								
durch Mineraldünger	0	0	31,7	31,7	31,7	54,4	54,4	54,4
durch Exkremente	10,3	33,3	0	6,0	21,5	0	-9,2	2,5
gesamt	10,3	33,3	31,7	37,7	53,2	54,4	45,2	56,9
<u>Stickstoffleistung (kg TM/kg N)</u>								
von Mineraldünger-N	0	0	25,4	25,4	25,4	21,8	21,8	21,8
von Exkrement-N	8,7	9,2	0	5,1	5,9	0	12,6	0,7
von Exkr. + Mineraldg.	8,7	9,2	25,4	15,5	10,9	21,8	12,9	9,3
<u>N-Ertrag mit der Erntesubstanz (kg N/ha) ¹⁾</u>	64,2	157,6	129,2	146,0	197,0	200,3	216,2	246,9
<u>N-Saldo (in kg N/ha)</u>	93,0	244,9	40,5	136,2	329,7	98,4	191,0	405,6

¹⁾ Der N-Ertrag auf den ungedüngten Parzellen betrug 36,7 kg N/ha

Im zweiten Versuch ergaben sich die beispielhaft für die mittlere N-Düngungsstufe wiedergegebenen Stickstoffleistungen (Abb. 1).

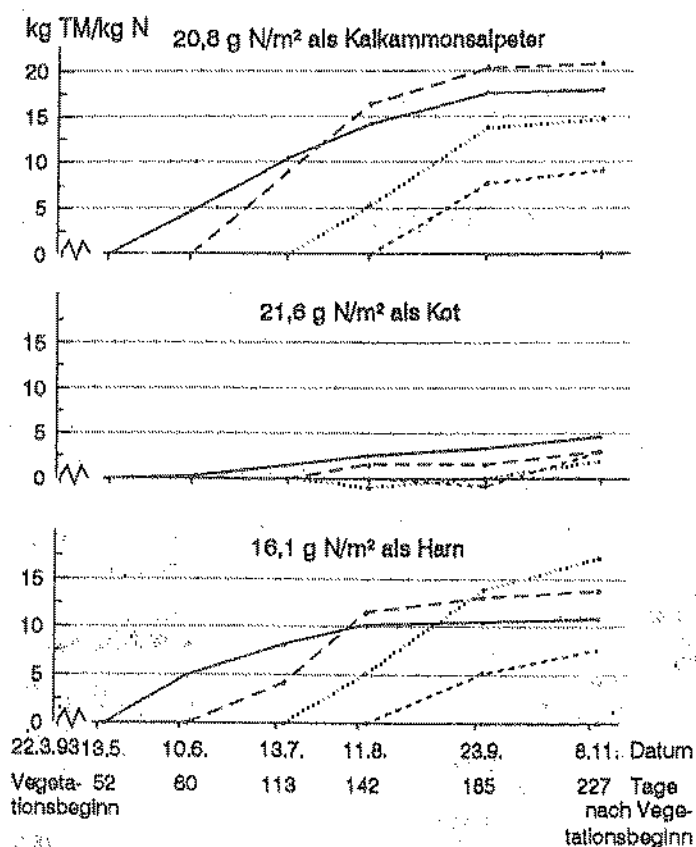


Abbildung 1: Jahres-Stickstoffleistung (kg TM/kg N) bei einmaliger Stickstoffausbringung als Mineraldünger, Kot- und Harnflecken zu verschiedenen Jahreszeiten (Summenkurven)

Der Düngeeffekt des N der Exkrementflecken erstreckt sich über mehrere Nutzungen und bleibt deshalb bei Herbstweide unvollständig.

Zusammenfassung

1. Die Düngewirkung des N in den Exkrementflecken ist immer kleiner als die von Mineraldünger-N.
2. Mit steigender N-Mineraldüngung nimmt die Stickstoffleistung des Exkrement-N ab und kann sogar negativ werden.
3. Die Düngewirkung des N der Exkrementflecken hängt auch von der Zeit ihrer Entstehung ab. Bei Weidenutzungen im Herbst ist daher aus den Exkrementen nur eine geringe Stickstoffleistung zu erwarten.

Literatur

- Oenema, O. et al. (1992): Towards efficient use of nitrogen on intensively managed grassland in the Netherlands. Proc. of the 14th Meeting of the EGF, Lahti, 519-522.
- Weißbach, F. (1992): Methode zur näherungsweise Schätzung der N-Effizienz von tierischen Exkrementen auf der Weide. 36. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau, Stuttgart-Hohenheim, 72-85.
- Weißbach, F. und P. Ernst (1994): Nutrient budgets and farm management to reduce nutrient emissions. Proc. of the 15th General Meeting of the EGF, Wageningen, 343-360.

Varierte Gülledüngung auf zwei Grünlandstandorten im Württembergischen Allgäu - Auswirkungen auf Pflanzenbestand, TM-Ertrag und Futterqualität - *

U. Thumm, G. Schnotz, H. Jacob**

1. Einleitung, Problemstellung

Die Kenntnis der langfristigen futterbaulichen Konsequenzen eingeschränkter oder eingestellter Düngung aus Gründen verstärkter Ausrichtung der Grünlandwirtschaft nach ökologischen Gesichtspunkten oder im Falle von Düngungsauflagen z.B. in Wasserschutz- oder Naturschutzgebieten ist wenig konkret. Die bekannten Verhältnisse vor Beginn der Intensivierungswelle im Grünland bieten für Schlüsse nur bedingt Anhaltspunkte, weil regelmäßige, jahrzehntelange Nährstoffzufuhr vielfach eine Änderung der Standortbedingungen zur Folge hatte, mithin heute von anderen Ausgangsbedingungen auszugehen ist. Der Problematik ist nicht nur aus futterbaulichen, sondern auch aus agrarpolitischen Gründen - nicht zuletzt im Hinblick auf die Frage von Ausgleichszahlungen - erhebliche Bedeutung zugewachsen. Unter diesem Aspekt sollte dem angesprochenen Komplex unter den Standortbedingungen des Württembergischen Allgäus nachgegangen werden (vgl. JACOB, 1991; JACOB et al. 1993; RYOO, 1994).

2. Material und Methoden

An 2 Standorten im Württembergischen Allgäu (Blöden und Siggen) wurde unter Praxisbedingungen (Großparzellen 0,7-1,7 ha, 4-5 Schnitte/Jahr) die Wirkung folgender Düngevarianten geprüft:

1. betriebsübliche Düngung
2. reduzierte Düngung (ca. 60% von 1.)
3. ungedüngt

Am Standort Siggen erfolgte die Düngung ausschließlich in Form von Gülle, während in Blöden z.T. auch Mineraldünger eingesetzt wurde.

Untersuchungsparameter: Bodenkennwerte, TM-Erträge, futterwertbestimmende Merkmale und Mineralstoffgehalte, Pflanzenbestandsentwicklung, Güllemengen und -inhaltsstoffe.

* Die Untersuchung erfolgte im Rahmen des SFB 183 "Umweltgerechte Nutzung von Agrarlandschaften"

** Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenbau und Grünland (340), 70593 Stuttgart

3. Ergebnisse und Diskussion

Tab. 1: Bodenkennwerte im 7. Beobachtungsjahr (1993)

	Blöden			Siggen		
	betr.übl.	reduziert	ungedüngt	betr.übl.	reduziert	ungedüngt
P ₂ O ₅ (mg/100g B.)	19.6	17.1	13.6	13.4	15.0	11.3
K ₂ O (mg/100g B.)	35.9	22.2	15.6	12.9	12.0	9.4
pH-Wert	5.2	5.1	5.0	5.5	5.6	5.4

Tab. 1 gibt einen Überblick über einige Bodenkennwerte im 7. Beobachtungsjahr. Die nachhaltigsten Änderungen treten demnach zwar bei "ungedüngt" ein, die Veränderungen sind (standortverschieden) dennoch uneinheitlich.

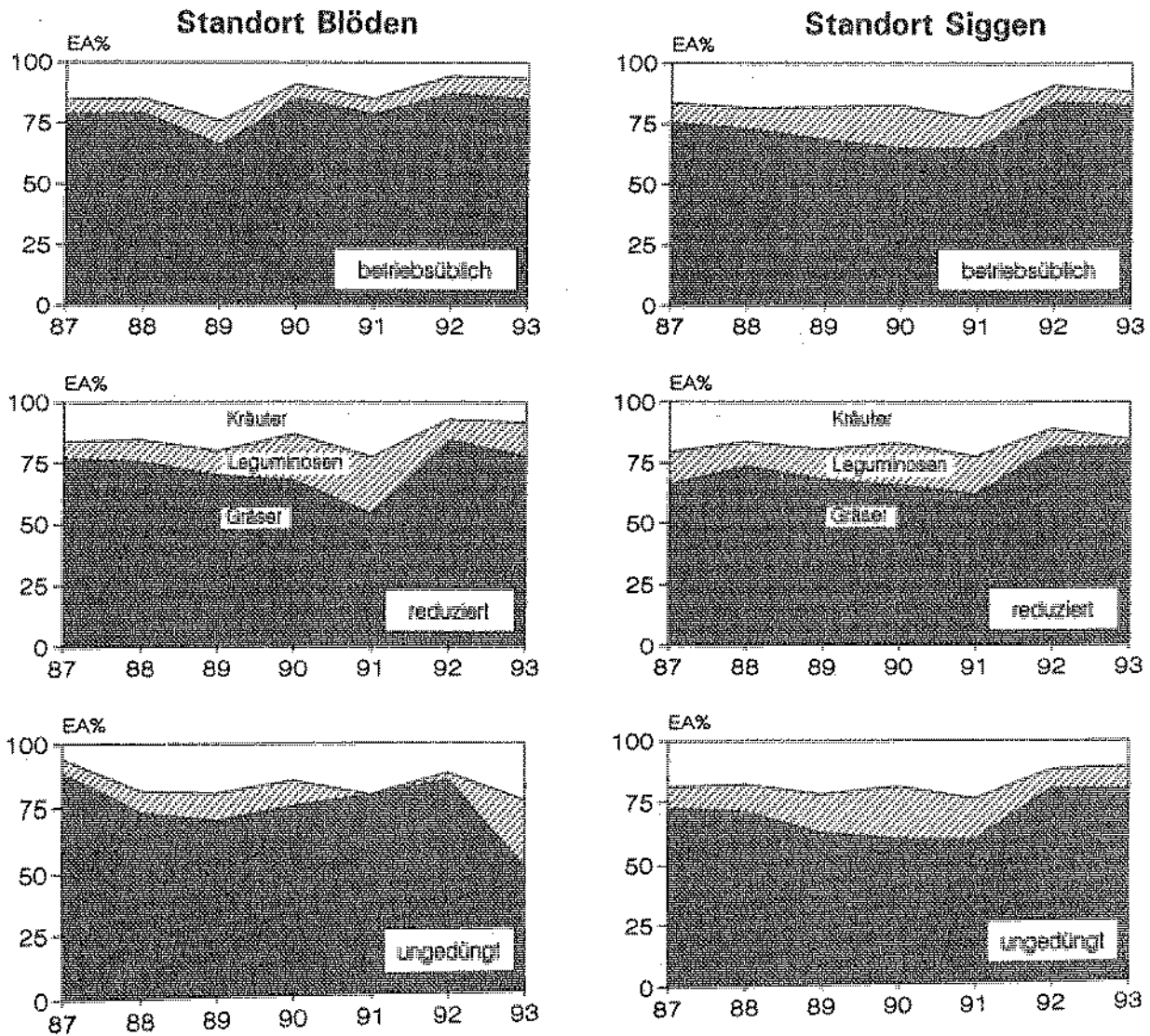


Abb. 1: Entwicklung der Pflanzenbestände in den Jahren 1987-1993

Auf die Gräser-, Leguminosen- und Kräuteranteile hatte bisher variierte Düngung nur geringfügige Auswirkungen (Abb. 1). Jahresbedingte Veränderungen der Ertragsanteile sind offenkundig ausgeprägter als versuchsbedingte Veränderungen.

Am Standort Blöden war variierte Düngung (Abb. 2) schon unmittelbar nach Versuchsbeginn ertragswirksam, in Siggen erst nach dem 5. Beobachtungsjahr. Insgesamt bleiben die Auswirkungen der Düngungsreduktion mäßig (Blöden) bzw. sehr gering (Siggen). Um ca. 40% verminderte Nährstoffzufuhr hat somit mittelfristig unter den Standortbedingungen des Allgäus auf Dauergrünland, das vor Versuchsbeginn langjährig intensiv bewirtschaftet wurde, keinen oder allenfalls geringen Einfluß auf den Massenertrag. Deutliche Wirkungen ergeben sich demgegenüber bei vollständigem Verzicht auf Düngung, wobei die Ertragseinbußen offenbar standortspezifisch differenziert sind.

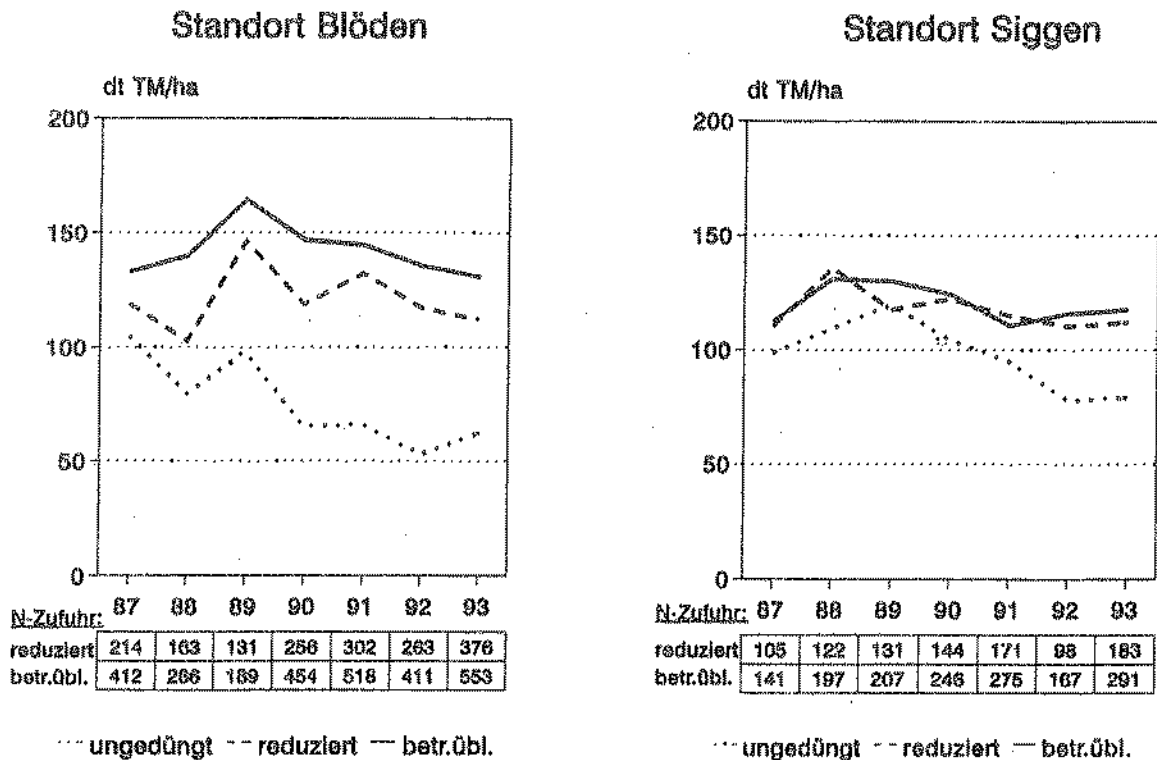


Abb. 2: TM-Erträge und N-Zufuhren in den Jahren 1987-1993

Düngungsreduktion bzw. -verzicht hat die Rohprotein- und Phosphorgehalte im Aufwuchs an beiden Standorten kaum beeinflusst (Tab. 2), wohl aber die Rohfasergehalte und die Energiedichten (NEL), die beide in den Varianten ohne Düngung begünstigt werden. Das deutet auf eine höhere Nutzungselastizität dieser Bestände hin. Beachtenswert ist die ausgeprägte, tierernährungsphysiologisch erwünschte Verringerung der K-Gehalte und die damit einhergehende

Erhöhung der Ca- und Mg-Gehalte bei Verzicht auf Düngung.

Tab. 2: Futterinhaltsstoffe im 7. Beobachtungsjahr (1993)

	Blöden			Siggen		
	betr.übl.	reduziert	ungedüngt	betr.übl.	reduziert	ungedüngt
Rohprotein (%)	19.8	18.3	19.4	16.3	15.8	15.9
Rohfaser (%)	22.0	21.9	19.7	23.7	23.4	21.6
NEL (MJ)	6.25	6.18	6.22	5.93	5.92	6.17
Phosphor (%)	0.39	0.41	0.41	0.41	0.40	0.42
Kalium (%)	3.45	3.36	2.47	3.18	3.11	1.76
Calcium (%)	0.47	0.52	0.71	0.57	0.59	0.69
Magnesium (%)	0.20	0.22	0.31	0.21	0.22	0.28

4. Schlußfolgerungen

Unter den vorherrschenden Standortbedingungen ist zumindest mittelfristig eine Reduktion der Düngung ohne wesentliche Konsequenzen für die botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände und die Futterproduktion möglich. Je nach Standort hat selbst gänzlicher Verzicht auf Düngung zunächst mittelfristig nur begrenzte Rückwirkungen. Der Rückgang der K-Gehalte in Boden und Aufwuchs in den Varianten ohne Düngung weist jedoch auf eine schnelle K-Aushagerung hin.

5. Literatur

- JACOB, H. (1991): Stickstoffeinsatz und Stickstoffeffizienz in bäuerlichen Grünlandbetrieben des Württembergischen Allgäus - Ergebnisse aus Betriebsanalysen. I. Mitteilung. Das wirtschaftseigene Futter, 37, 169-185.
- JACOB, H.; WEIS, G.B.; THUMM, U.; RYOO, J.W. (1993): Futter- und pflanzenbauliche Effekte umweltorientierter Bewirtschaftungs- und Nutzungsaufgaben auf Dauergrünland. Die Zukunft der Kulturlandschaft. 25. Hohenheimer Umwelttagung. Hrsg. A. Kohler und R. Böcker. Verlag J. Markgraf, Weikersheim. S.283-287.
- RYOO, J.W. (1994): Wirkungen reduzierter Düngungs- und Nutzungsintensität auf einer landschaftstypischen Grünlandfläche des Württembergischen Allgäus. Diss., Universität Hohenheim.

Modelluntersuchungen zum Einfluß variierter Narbenbeschaffenheit und N-Düngung auf die Nitratdynamik

W. Opitz von Boberfeld*

1. PROBLEMSTELLUNG

Befunde zum NO_3 -Austrag unter Grünland- (OPITZ von BOBERFELD und THEISS 1990, HOMM 1994) und Rasennarben (EPPEL und TRUNK 1992, HARDT 1994) belegen, daß bei einheitlicher N-Zufuhr der Austrag recht verschieden sein kann. Insofern stellt sich die Frage, welche Stellung die Varianzursachen Hauptbestandsbildner sowie Narbendichte einerseits, N-Aufwand sowie N-Dünger andererseits einnehmen und welchen Interaktionen hier eine besondere Relevanz zukommt? Zur Klärung der skizzierten Frage weisen Rasennarben unter Einbeziehung synthetisch organischer N-Dünger eine besonders gute Eignung auf.

2. MATERIAL & METHODEN

Tab. 1 zeigt die Varianten. Durch Verlegung ein Jahr alter Soden unterschiedlicher Zusammensetzung, vgl. Abb. 1, Mitte April 1992 und streifenweiser Applikation von Glufosinat (= Basta) zur Narbenauflockerung (~ 50 % offene Fläche) wurde die Narbenbeschaffenheit variiert. Der *Lolium perenne*-Fazies liegen die Sorten LORETTA und LORINA (ANONYMUS 1992) zugrunde; die *Poa annua*-Dominanz basiert auf autochthonem Material der Anzuchtfläche. Einheitlich in wöchentlichem Rhythmus erfolgte der Schnitt auf 4 cm; das Schnittgut wurde beseitigt. Belastet (= Stollenwalze) wurden die Narben im Hinblick auf eine gute Differenzierung der Befunde nicht. Als Boden lag ein Pseudogley aus periglazialen Fließerden, pH-Wert 6, vor, damit lassen sich die NO_3 -Mengen unterhalb des

Tab. 1: Varianten angelegt als lat. Rechteck, drei Wiederholungen

Faktoren	Stufen
1. Dominanz	1.1 <i>Lolium perenne</i> 1.2 <i>Poa annua</i>
2. Narbendichte	2.1 dicht (= d) 2.2 locker (= l)
3. Dünger	3.1 Ammonsulfatsalpeter (=ASS) 26 % N 3.2 Methylen-Urea-Polymere (=MUP) 41 % N
4. N-Aufwand	4.1 $100 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ 4.2 $350 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ 4.3 $600 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$

*Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II - Grünlandwirtschaft und Futterbau -, Ludwigstr. 23, 35390 Gleßen

Tab. 2: Methylen-Urea-Polymere des Formaldehydharnstoffes

Polymere	Anteil	Löslichkeit
1-Methylen-2-urea 2-Methylen-3-urea	75 %	Kaltwasserlöslich
3-Methylen-4-urea 4-Methylen-5-urea	10 %	Heißwasserlöslich
5-Methylen-6-urea	15 %	Heißwasserunlöslich

Tab. 3: Düngetermine

Gabe	Termin	
1.	20.5.92	15.4.93
2.	3.7.92	27.5.93
3.	19.8.92	2.8.93
4.	27.10.92	7.10.93

durchwurzelten Bereiches relativ sicher erfassen. Die Löslichkeitsverhältnisse des synthetisch organischen N-Düngers spiegelt Tab. 2 wider. Tab. 3 zeigt die Düngetermine. Unmittelbar nach der Bodenprobenahme erfolgte mit 1 n NaCl und 0,1 n CaCl₂ die Extraktion. NO₃-N wurde nach NAVONE (1964), NH₄-N nach CROWTHER und LARGE (1956) sowie HARWOOD und KÜHN (1970) erfaßt.

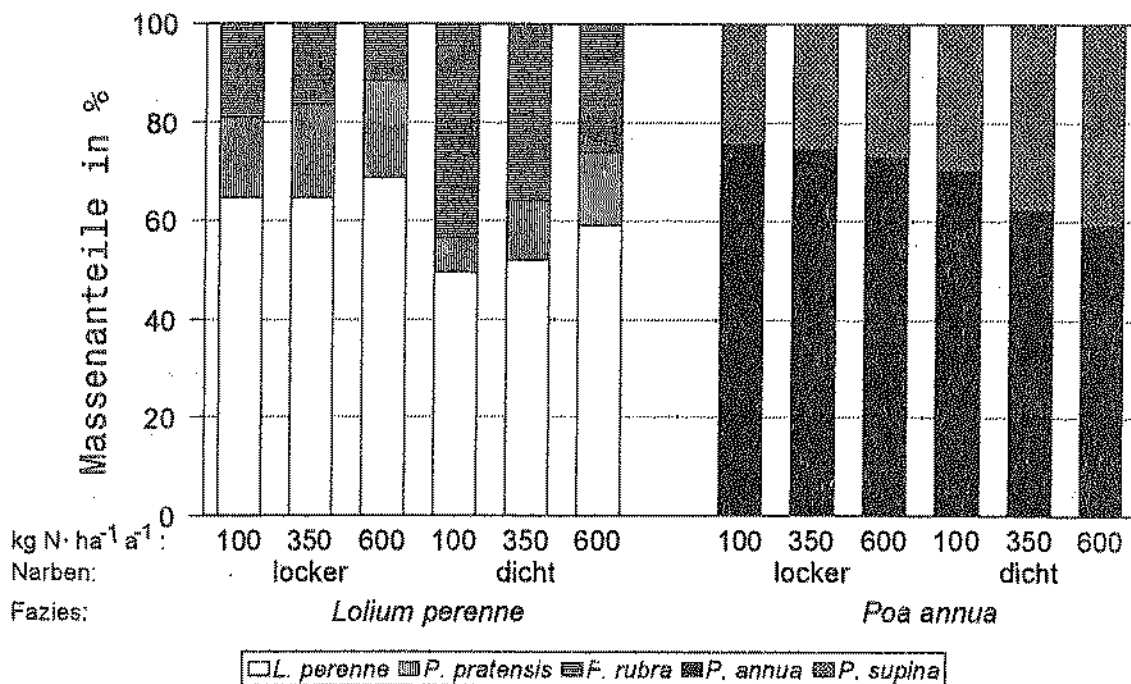


Abb. 1: Zusammensetzung der Pflanzenbestände am 5.8.93

3. ERGEBNISSE

Die Abb. 2, 3 und 4 vermitteln, daß der Einfluß der Narbenbeschaffenheit auf die $\text{NO}_3\text{-N}$ -Mengen wesentlich größer ist als der von N-Dünger und N-Aufwand. Prinzipiell sind die Effekte von Fazies und Narbendichte unabhängig von den einzelnen Abschnitten der Vegetationsperiode wirksam, wenngleich die Differenzierung im Spätherbst am markantesten ist. Zur horizontalen Verteilung der $\text{NO}_3\text{-N}$ -Mengen

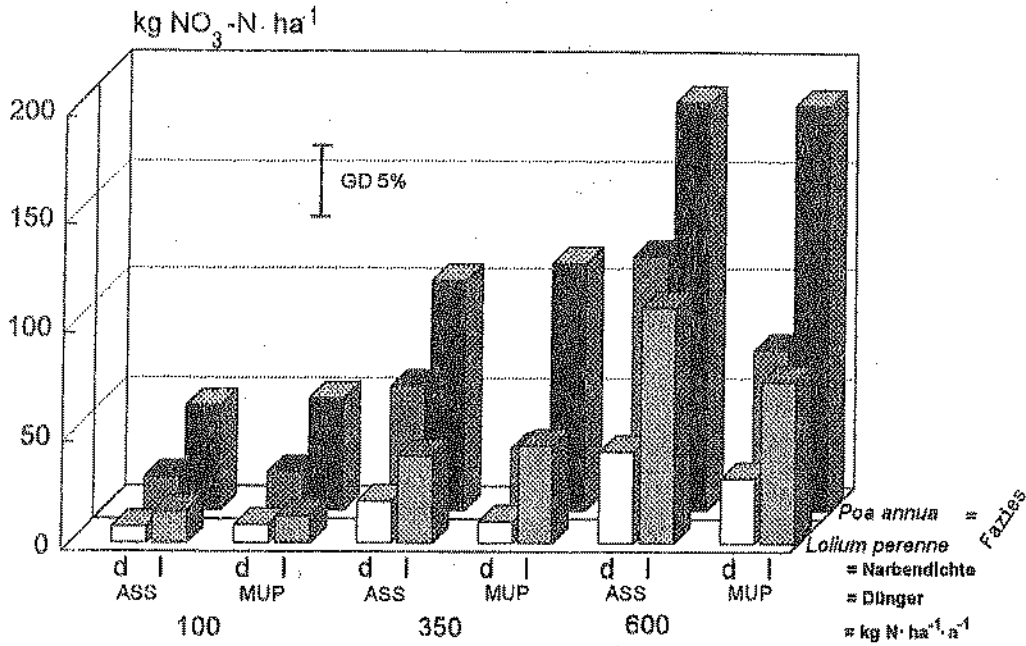


Abb. 2: $\text{NO}_3\text{-N}$ -Mengen der Bodenschicht 0 bis 90 cm zum Probenahmeterrin 9.12.92

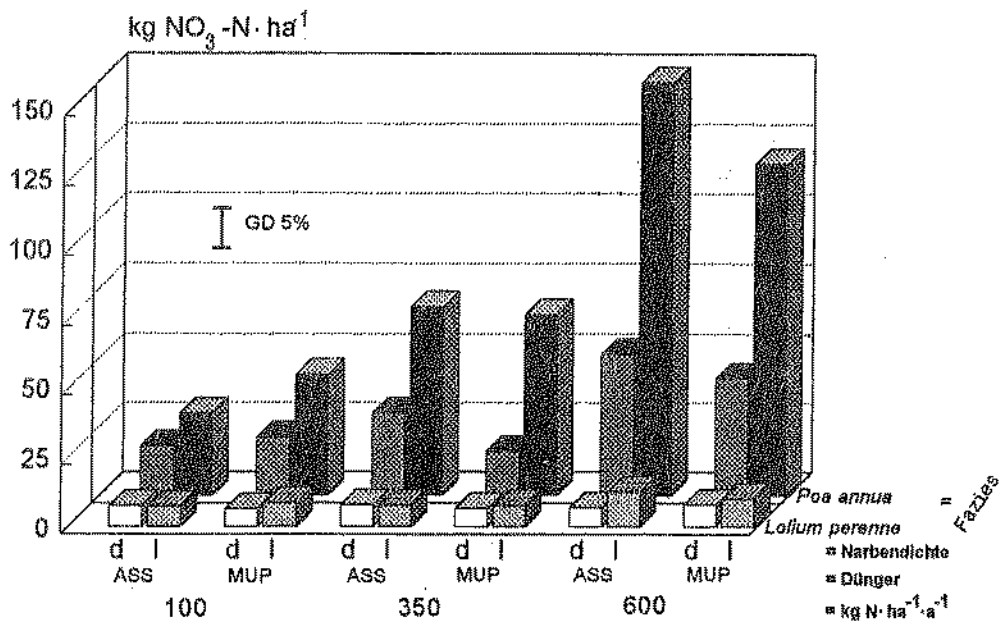


Abb. 3: $\text{NO}_3\text{-N}$ -Mengen der Bodenschicht 0 bis 60 cm zum Probenahmeterrin 4.10.93

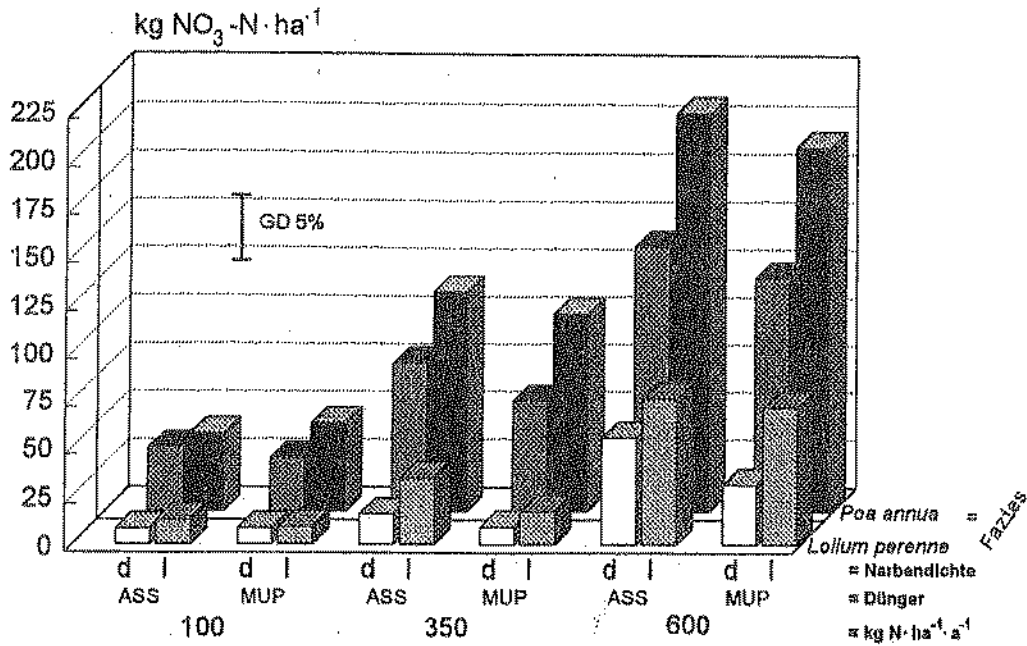


Abb. 4: NO₃-N-Mengen der Bodenschicht 0 bis 90 cm zum Probenahmetermin 7.12.93

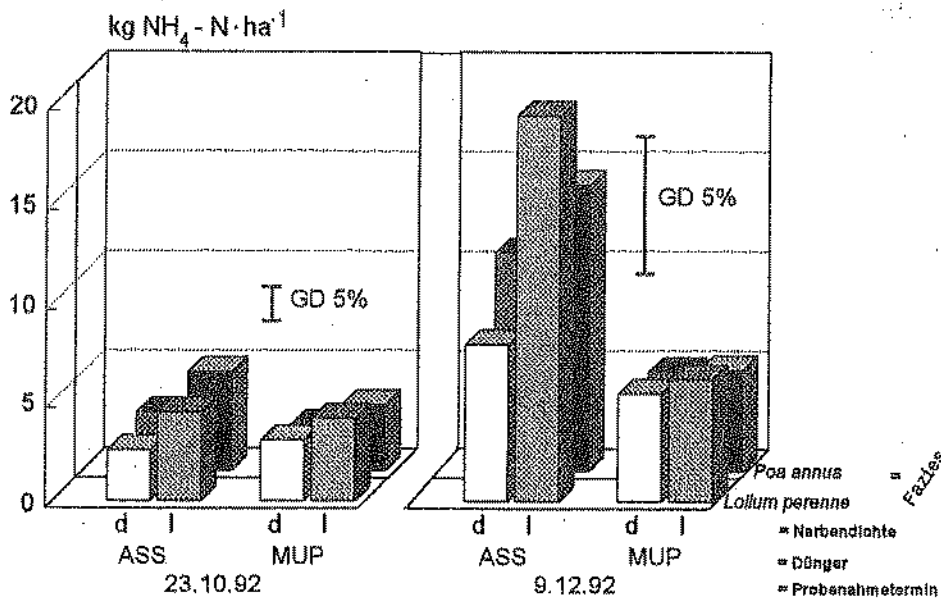


Abb. 5: NH₄-N-Mengen der Bodenschicht 0 bis 60 cm der Variante 600 kg N·ha⁻¹·a⁻¹

ist zu bemerken, daß zwischen den Mengen einzelner Bodenschichten enge Beziehungen bestehen; so ergibt sich für die Bereiche 0 - 30 cm und 30 - 60 cm für das Datenmaterial von Abb. 2 ein $r = 0,89^{***}$, von Abb. 3 ein $r = 0,95^{***}$ und von Abb. 4 ein $r = 0,82^{***}$. Die Kontrollvariante (= frei von Vegetation, ohne N-Düngung) weist für den Beprobungstermin, der Abb. 4 zugrunde liegt, $91,3 \text{ kg NO}_3\text{-N}\cdot\text{ha}^{-1}$ auf. Zu den NH₄-N-Mengen vermittelt Abb. 5, daß diese gering sind; in der Schicht 30 - 60 cm werden variantenunabhängig $< 3 \text{ kg NH}_4\text{-N}\cdot\text{ha}^{-1}$ erreicht. Signifikante Unterschiede im pflanzenverfügbaren Wasser liegen aufgrund der Zusatzbewässerung nicht vor.

4. FAZIT

Der größte Einfluß auf die NO_3 -Mengen des Bodens ging von dem Hauptbestandsbildner, der geringste von dem N-Dünger aus. Narbendichte und N-Aufwand nahmen eine Mittelstellung ein. Die Interaktionen Fazies x Narbendichte, Fazies x N-Aufwand und Narbendichte x N-Aufwand erwiesen sich stets als signifikant. Besonders groß sind die NO_3 -Vorräte bei hohen N-Aufwendungen auf den lockeren *Poa annua*-dominanten Narben; abgesehen von den Beprobungsterminen Dezember (= N-Gabe im Oktober), wies hier in der Schicht 0 - 30 cm der organische im Vergleich zum mineralischen N-Dünger stets die signifikant geringsten NO_3 -N-Mengen auf. Bezogen auf mögliche Umweltbelastungen kommt der Pflegemaßnahme Nachsaat eine überragende Stellung zu; Begrenzungen des N-Aufwandes, ohne Einbezug der Narben, bieten dagegen keine ausreichende Sicherheit. Die Aussagen sind für Grünland- und Rasenflächen gleichermaßen relevant.

5. LITERATUR

- ANONYMUS, 1992: Beschreibende Sortenliste 1992 Rasengräser. Hrg.: Bundessortenamt, Hannover. Verl. Alfred Strothe, Frankfurt/M.
- CROWTHER, A.B. and R.S. LARGE, 1956: Improved conditions for the sodium phenoxide-sodium hypochlorite method for the determination of ammonia. *Analyst* **81**, 64-65.
- EPPEL, J. und R. TRUNK, 1992: Nährstoffauswaschung bei Rasensportflächen. *Deutscher Gartenbau* **46**, 412-417.
- HARDT, G., 1994: Einfluß von Stickstoff-Düngerform und N-Aufwand auf den N-Umsatz in Pflanze und Boden sowie die Narbenqualität eines Golfgrüns. Diss. Hohenheim.
- HARWOOD, J.E. and A.L. KÜHN, 1970: A colorimetric method for ammonia in natural waters. *Water Res.* **4**, 805-811.
- HOMM, A., 1994: Zur Variabilität der Nitratmengen unter Weidenarben. Diss. Gießen.
- NAVONE, R., 1964: Proposed method for nitrate in potable waters. *J. Am. Water Works Ass.* **56**, 781-783.
- OPITZ von BOBERFELD, W. und H. THEISS, 1990: Zur Nitratdynamik im Boden in Abhängigkeit von Hauptbestandsbildner, Narbendichte und N-Düngung. *J. Agron. Crop Sci.* **165**, 349-355.

Quantitative Beschreibung des Wasserhaushaltes eines Grünlandstandortes

- erste Modellrechnungen -

L. Klempt¹, J. Benz¹ und G. Spatz¹

Einleitung

Zur Ermittlung des Nitrataustrages aus Grünlandflächen ist die quantitative Beschreibung des Wasserhaushaltes zwingend erforderlich. Zur Beschreibung der Wasserflüsse werden in diesem Zusammenhang zunehmend Simulationsmodelle verwendet. Der Einsatz von Simulationsmodellen setzt i.d.R. ihre Anpassung an die jeweiligen Standorte voraus. Für das Simulationsmodell SWATRER (DIERCKX ET AL. 1986) wurden zunächst die Bodenwasserleitfähigkeitsparameter für einen Versuchsstandort auf der Basis von Meßreihen kalibriert.

Material und Methoden

Ausgangsbasis für die Anpassung des Simulationsmodells SWATRER waren Daten, die im Rahmen eines Forschungsprojektes der GhK auf dem Versuchsbetrieb Dietrichshof der LWK Hannover im Landkreis Cuxhaven gewonnen wurden. Die Versuchsfläche liegt im Bereich der Ostemarsch 0,5 m über NN. Abb. 1 zeigt den Aufbau des Bodenprofils. Es werden seit 1993 Tensionen in 8 Bodentiefen mit 5facher Wiederholung gemessen.

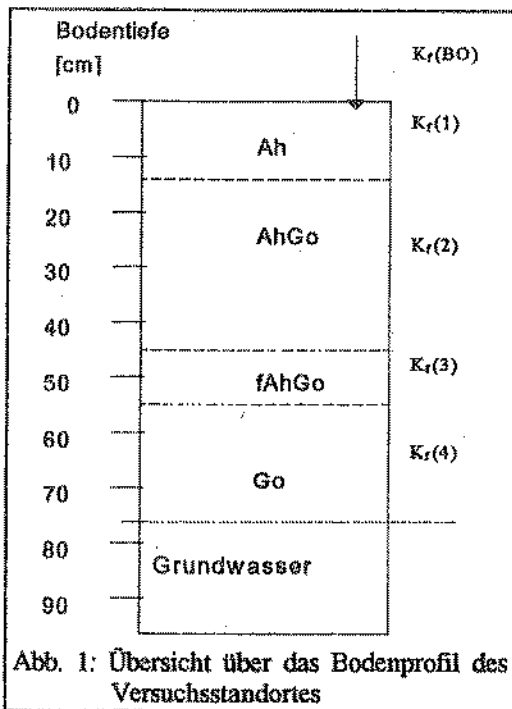


Abb. 1: Übersicht über das Bodenprofil des Versuchsstandortes

Eine Sensitivitätsanalyse hat gezeigt, daß SWATRER stark auf eine Veränderung der gesättigten hydraulischen Leitfähigkeiten als Eingabeparameter reagiert (KLEMP ET AL., 1991), gleichzeitig ist die experimentelle Erfassung dieser Größe, besonders auf strukturierten Böden mit Makroporen, mit Schwierigkeiten verbunden. Die Leitfähigkeiten der vier auftretenden Bodenhorizonte und der Bodenoberfläche wurden für eine erste Kalibrierung des Modells ausgewählt (siehe auch KOOL ET AL., 1987 u. ECHING & HOPMANS, 1993).

Die Kalibrierung wurde als nichtlineare Minimierung mit der Strategie nach ROSENBROCK (1960) durchgeführt (vgl. auch BENZ, 1988). Abb. 2 zeigt eine schematische Übersicht der Vorgehensweise. Ausgehend von einem Startvektor der Leitfähigkeiten wird eine Simulation des Wasserhaushaltes mit SWATRER durchgeführt. Die Ergebnisse, hier die Tensionen in 8 Bodentiefen, werden mit Meßdaten verglichen. Die Summe

der quadrierten Residuen bildet den Zielfunktionswert.

¹ Universität Gesamthochschule Kassel
Fachgebiet Futterbau und Grünlandökologie
Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen



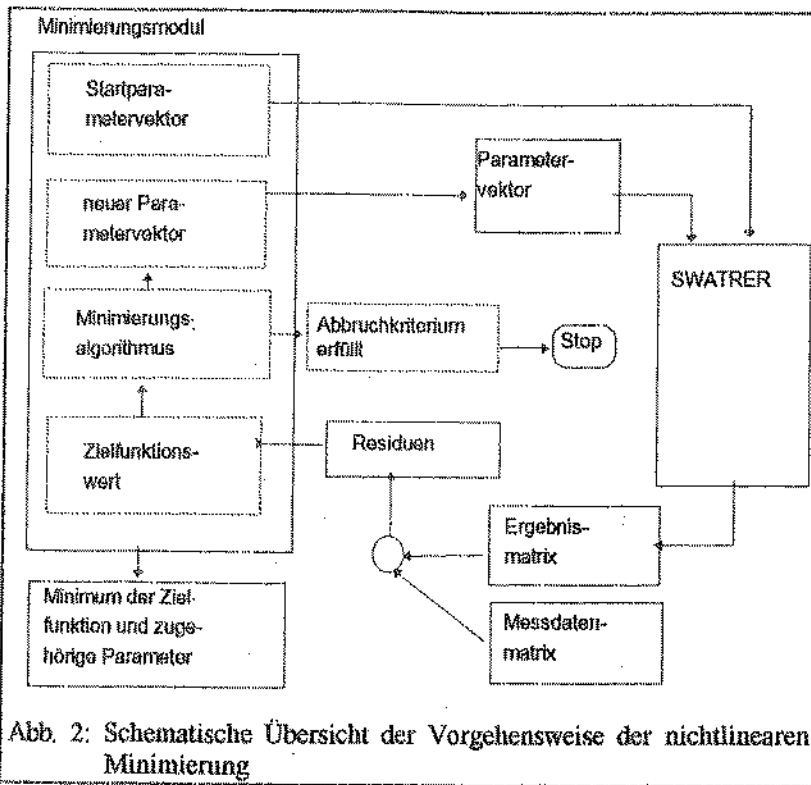


Abb. 2: Schematische Übersicht der Vorgehensweise der nichtlinearen Minimierung

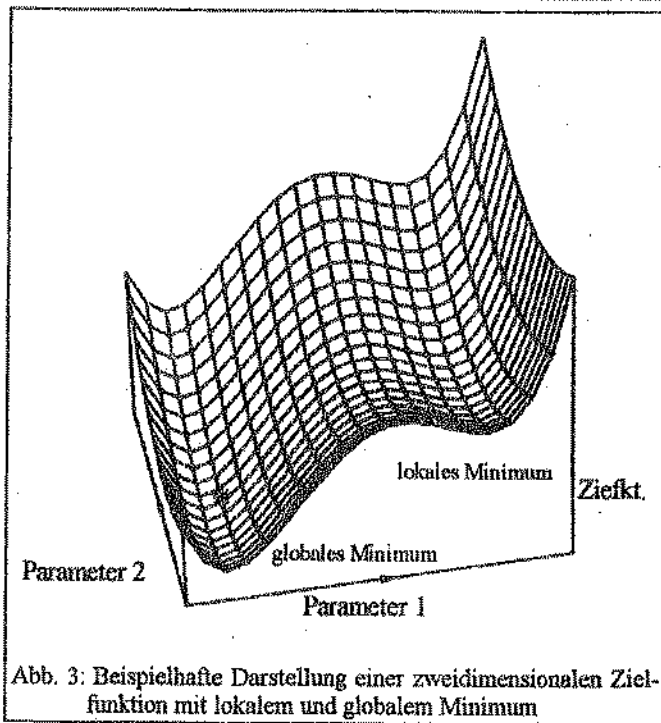


Abb. 3: Beispielhafte Darstellung einer zweidimensionalen Zielfunktion mit lokalem und globalem Minimum

Tab. 1: Parameter und Zielfunktionswert bei Start und Abschluß der Minimierung

	KE(B0)	KE(D)	KE(2)	KE(3)	KE(4)	Zielfunktionswert
Start	0,5000	10,0785	17,8465	17,4420	6,0276	77985,3242
Ende	0,0085	0,0028	0,5847	23,7180	0,1028	47000,4805

höheren Tensionen der Simulation in den oberen Bodentiefen. In den Abb. 6 - 8 sind die Ergebnisse der Tiefen 20,

Der Minimierungsmodul verändert die Parameterwerte schrittweise derart, daß der Wert der Zielfunktion kleiner wird. Bei jedem Schritt wird ein Simulationslauf durchgeführt und die Summe der quadratischen Residuen berechnet. Dieses Vorgehen wird fortgesetzt, bis die vorgegebenen Bedingungen für ein Minimum erfüllt sind. In Abb. 3 ist beispielhaft eine zweidimensionale Zielfunktion dargestellt. Solche Zielfunktionen haben neben einem globalen oft auch lokale Minima. Um mit hoher Wahrscheinlichkeit das globale Minimum zu finden, wird die Minimierung mehrmals mit

verschiedenen Startvektoren durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Die Daten für den ersten Simulationslauf und für den Abschluß des letzten Minimierungsschritts zeigt Tab. 1. Die Leitfähigkeiten des Startlaufes sind experimentelle Ergebnisse. Der Wert der Zielfunktion, also der Summe der quadratischen Abweichung der Simulationsergebnisse von den Meßwerten, konnte im Laufe der Minimierung von 77985 auf 47000 reduziert werden. Es wurde eine deutliche Annäherung der Simulation an die Meßwerte erreicht.

In Abb. 4 sind die Meßergebnisse in Abhängigkeit von der Bodentiefe und der Zeit aufgezeigt. Abb. 5

zeigt die Ergebnisse des Simulationslaufes mit den kalibrierten Leitfähigkeitsparametern. Die Struktur beider Darstellungen ist im Grunde gleich. Auffallend sind die

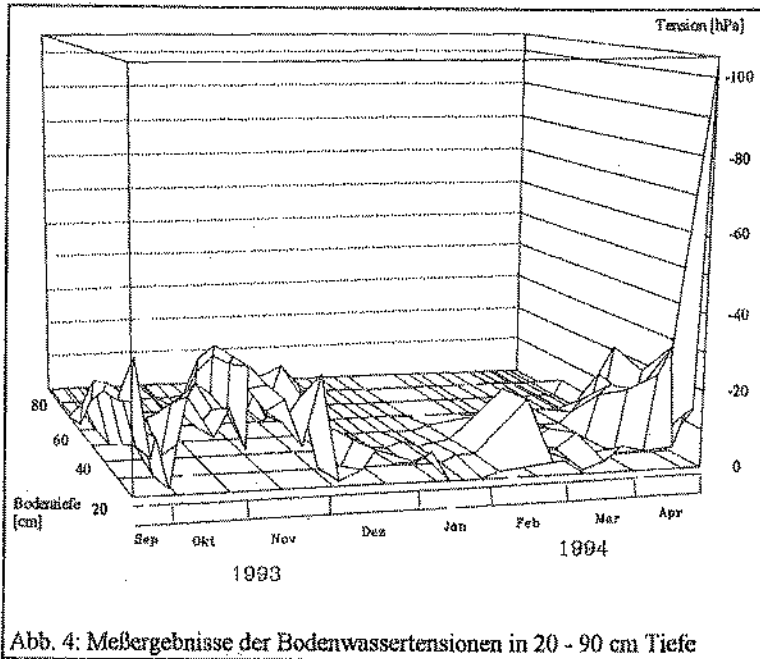


Abb. 4: Meßergebnisse der Bodenwassertensionen in 20 - 90 cm Tiefe

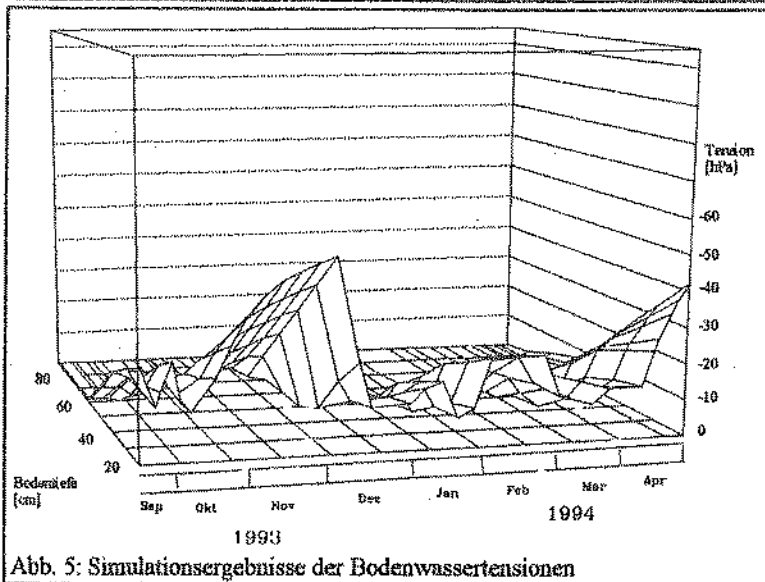


Abb. 5: Simulationsergebnisse der Bodenwassertensionen

40 und 60 cm getrennt dargestellt. Es läßt sich auch hier erkennen, daß die Übereinstimmung in den größeren Tiefen stärker ist als in den geringeren Tiefen. Dies ist sicherlich darauf zurückzuführen, daß es sich um einen grundwassernahen Standort handelt und die Tiefen ab 50 cm häufig wassergesättigt sind. Der Grundwasserstand ist hier Eingabegröße für das Modell, so daß größere Abweichungen in den unteren Tiefen weniger wahrscheinlich sind. Die Abweichungen im oberen Profilbereich deuten darauf hin, daß noch

weitere Anpassungen erforderlich sind. Die hier vorgestellten Ergebnisse sind als erste Versuche zu verstehen und sollen vor allem die weitere Vorgehensweise verdeutlichen.

Betrachtet man die resultierenden Ergebnisse der kalibrierten Leitfähigkeiten, so liegen sie insgesamt deutlich unter den experimentell ermittelten Werten. Da es sich bei dem Standort um einen lehmigen bis tonigen Boden handelt, sind geringe hydraulische Leitfähigkeiten nicht unvorstellbar. Hier ist bei der experimentel-

len Ermittlung zu berücksichtigen, daß Makroporen die Ergebnisse von Stechzylindermessungen stark beeinflussen und gegebenenfalls zu unrealistischen Ergebnissen führen. Die Leitfähigkeit des dritten Horizontes zeigt, im Gegensatz zu den anderen Horizonten, im Ergebnis der Kalibrierung einen sehr hohen Wert. Er liegt sogar über dem experimentell ermittelten Wert. Bei diesem Horizont handelt es sich um einen fossilen Ah-Horizont mit hohen Anteilen an organischer Substanz und einer relativ lockeren Struktur. Ein hohe hydraulische Leitfähigkeit scheint hier daher plausibel. Der experimentelle Wert zeigt zumindest von der Größenordnung her vergleichbares. Die Ergebnisse zur hydraulischen Leitfähigkeit an der Bodenoberfläche waren im Laufe des Minimierungsprozesses uneinheitlich, was sich jedoch nur gering auf die Zielfunktion auswirkte. Dieser Faktor scheint also wenig Einfluß auf den Ablauf der Simulation zu haben und dürfte daher bei der Kalibrierung weiterer Parameter nur noch eine geringe Rolle spielen.

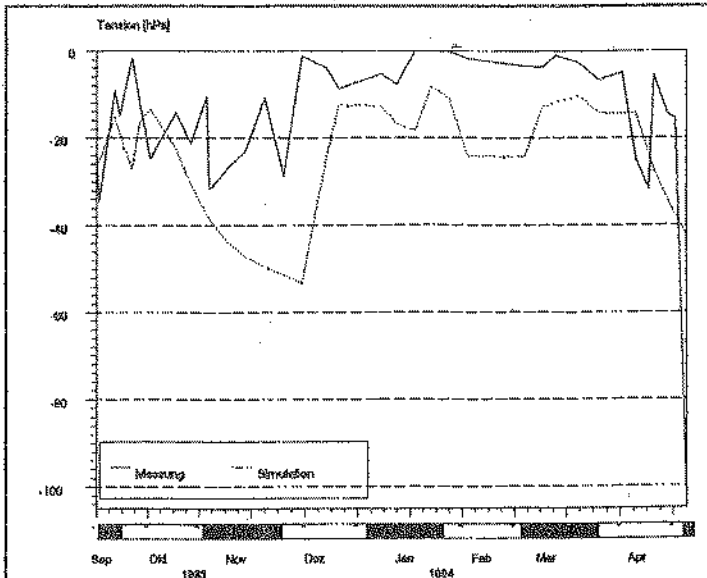


Abb. 6: Meß- und Simulationsergebnisse der Tension (20 cm Tiefe)

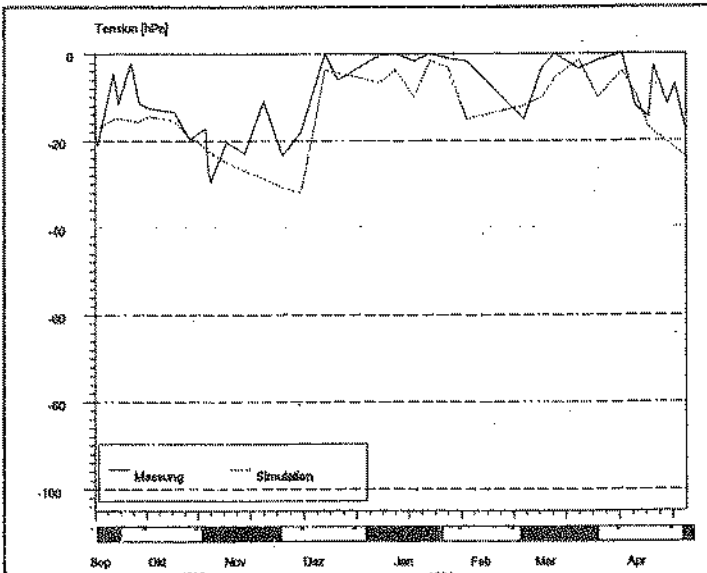


Abb. 7: Meß- und Simulationsergebnisse der Tension (40 cm Tiefe)

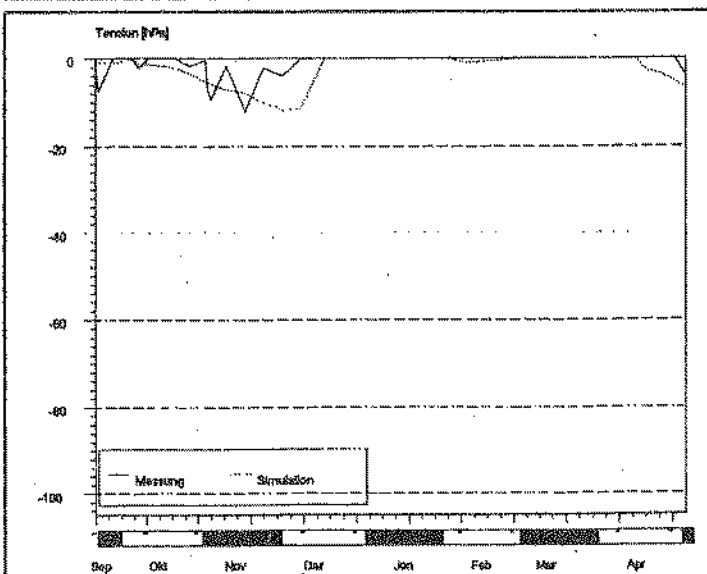


Abb. 8: Meß- und Simulationsergebnisse der Tension (60 cm Tiefe)

Zusammenfassung

Es wurden erste Kalibrierungsversuche des Simulationsmodelles für den Bodenwasserhaushalt SWATRER vorgestellt. Mit deutlichem Hinweis, daß es sich um erste Versuche handelt, die primär die Vorgehensweise und Zielrichtung weitere Arbeiten aufzeigen sollen, lassen sich die Ergebnisse zusammenfassen:

- Es wurden beispielhaft 5 Leitfähigkeitsparameter kalibriert. Durch die kalibrierten Parameter war eine deutliche Verringerung des Zielfunktionswertes möglich. Nach der Kalibrierung konnten die Meßwerte mit Einschränkungen gut durch die Simulation nachvollzogen werden.
- In den oberen Bodenhorizonten ist die Anpassung weniger gut, was auf weiteren Kalibrierungsbedarf zusätzlicher Parameter hinweist.
- Die kalibrierten Parameter erscheinen inhaltlich plausibel und zumindest ebenso wahrscheinlich wie an Stechzylindern experimentell ermittelte Leitfähigkeiten.

Literatur

BENZ, J. (1988): Grundlagen und Entwicklung mathematischer Simulationsmodelle zur Vegetationsdynamik unter besonderer Berücksichtigung von Grünlandbeständen, Diss. TU München
DIERCKX, J.; BELMANS, C.; PAUWELS, P. (1986): SWATRER - a computer package for modelling the field water balance, Reference manual, Lab. of soil and water engineering, faculty of agricultural sciences, Leuven, Belgium
KLEMPF, I.; NELBENDORFF, J.; TENHOLTERN, R.; SPATZ, G. (1991): Probleme bei der flächenhaften Erfassung des Nitrataustrags bei Weidewirtschaft, Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 66, 967-970
ROSENBROCK, H. H. (1960): An automatic method for finding the greatest or least value of a function, Comp. J. 3, 175 - 184
KOOL, J.B.; PARKER, J.C.; VAN GENUCHTEN, M.T.H. (1987): Parameter estimation for unsaturated flow and transport models - a review, J. of Hydrologic, 91, 255 - 293
ECHING, S.O.; HOPMANS, J.W. (1993): Optimization of hydraulic functions from transient outflow and soil water pressure data, Soil Sci. Soc. of Am. J., 57/5, 1167 - 1175

Triebdichteentwicklung verschiedener Grünlandgräser im Nachwuchs in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt des 1. Aufwuchses

R. Wulfes¹, F. Taube², A. Kornher¹

1. Einleitung und Problemstellung

Die Fähigkeit der Gräser neue Triebe zu bilden, allgemein als Bestockung bezeichnet, ermöglicht es ihnen zu perennieren, d. h. einen Bestand über viele Jahre hinweg zu erhalten. Die Bestockung ist somit neben der Blattneubildung der wichtigste Prozeß zur Regeneration von Dauergrünlandgräsern nach einer Nutzung. Das Ausmaß und der zeitliche Verlauf der Triebbildung von Futtergräsern ist sowohl genetisch bedingt als auch durch Umwelteinflüsse geprägt (Jewiss, 1972; Langer, 1979; Van Loo, 1992). Erste Nachwüchse sind in ihrer Entwicklung wesentlich vom Schnittzeitpunkt des 1. Aufwuchses geprägt (Taube, 1990). Hierbei kommt der phänologischen Entwicklung der Bestände, namentlich der Entwicklung der Vegetationskegel beim Schnitt eine besondere Bedeutung zu. Mit fortschreitender phänologischer Entwicklung schieben sich die Vegetationskegel über die Schnitthöhe und werden durch eine Nutzung entfernt. In dieser Untersuchung soll der Verlauf der Triebdichteentwicklung verschiedener Grünlandgräser in unterschiedlichen ersten Nachwüchsen beschrieben und in Relation zur phänologischen Entwicklung der Bestände zum Schnittzeitpunkt des 1. Aufwuchses gesetzt werden.

2. Material und Methoden

Die dargestellten Ergebnisse beruhen auf Daten eines Feldversuches, der 1986 und 1987 in Hohenschulen (sL, 45 - 60 Bodenpunkte) durchgeführt wurde, um Nachwuchscharakteristika verschiedener Dauergrünlandgräser zu untersuchen (Petersen, 1989). In die Untersuchung wurden zwei unterschiedliche Sortentypen des Deutschen Weidelgrases [*Lolium perenne*, cv. 'Gremie' (früh), cv. 'Vigor' (spät)], zwei unterschiedliche Sortentypen des Knautgrases [*Dactylis glomerata* cv. 'Oberweihst' (früh), cv. 'Baraula' (spät)], sowie je eine Sorte des Wiesenschwiegels [*Festuca pratensis* cv. 'N.F.G.'] und des Wiesenlieschgrases [*Phleum pratense* cv. 'Phlewiola'] einbezogen. Die N-Düngung in den Nachwüchsen war einheitlich mit 100 kg/ha N bemessen. Im 1. Aufwuchs wurden die Bestände entsprechend ihrer Nutzungsdauer mit Stickstoff versorgt, sodaß zum Schnittzeitpunkt möglichst wenig Reststickstoff im Boden verblieb.

Die Erntetermine des 1. Aufwuchses waren in beiden Jahren von Anfang Mai bis Mitte Juni wöchentlich gestaffelt, woraus sich sechs um jeweils eine Woche versetzte Nachwuchsperioden ergaben. Die Triebdichte (TRD) in den Nachwüchsen wurde eine, zwei, vier und sechs Wochen nach dem Schnittzeitpunkt des 1. Aufwuchses bestimmt. Dazu wurden nach der ersten Nutzung Drahtgitter mit 12 Feldern (je 2.5 cm * 5 cm) in Stoppelhöhe (5 cm) auf die Bestände gelegt. Die über die Gitter hinauswachsenden Triebe wurden gezählt und auf einen Quadratmeter hochgerechnet. Da nicht die Triebdichten der einzelnen Termine im Vordergrund der Betrachtung standen sondern die Entwicklungsverläufe, wurden die ermittelten Werte zur übersichtlichen Darstellung einer multiplen

¹ Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Holzkoppelweg 2, 24118 Kiel

² Fachbereich Landbau der Fachhochschule Kiel, Am Kamp 11, 24783 Osterrönfeld

multiplen nichtlinearen Funktion mit den beiden Regressoren Tage nach Schnitt (TNS) und Tagnummer des Schnittzeitpunktes des 1. Aufwuchses (TSZ) angepaßt. In Anlehnung an Hughes und Freeman (1967) wurde folgende Funktion gewählt:

$$\log_e \text{TRD} = a_0 + a_1 \cdot \text{TNS} + a_2 \cdot \text{TNS}^2 + a_3 \cdot \text{TSZ} + a_4 \cdot \text{TSZ}^2 + a_5 \cdot \text{TNS} \cdot \text{TSZ} + a_6 \cdot \text{TNS} \cdot \text{TSZ}^2$$

TRD : Triebdichte

a_x : Regressionskoeffizient

TNS : Tage nach Schnitt des ersten Aufwuchses

TSZ : Tagnummer des Schnittzeitpunktes des ersten Aufwuchses

Die Erhebung der phänologischen Entwicklung der Bestände erfolgte im 1. Aufwuchs sowie in den Nachwüchsen wöchentlich nach dem Schema von Simon und Park (1981). Dazu wurde je Wiederholung an 50 Einzeltrieben das phänologische Entwicklungsstadium bestimmt. Alle Triebe, die in ihrer Entwicklung das 1-Knotenstadium (K1 bzw. code 31) überschritten haben werden in den weiteren Ausführungen als reproduktive Triebe bezeichnet.

3. Ergebnisse

Die Triebdichteentwicklung in den untersuchten Nachwuchsperioden verläuft bei allen Genotypen in Form einer Optimumskurve. Die Verläufe konnten mit der gewählten Funktion auf der Basis beider Versuchsjahre mit Bestimmtheitsmaßen zwischen 0,40 und 0,50 gut geschätzt werden. Wie aus Abbildung 1 hervorgeht verläuft die Triebdichteentwicklung bei allen Genotypen ähnlich. Etwa 3 bis 5 Wochen nach Schnitt des 1. Aufwuchses werden maximale Triebdichten erreicht, danach sinkt die Triebdichte wieder ab. Die geringsten Veränderungen im Zuwachsverlauf weist dabei der Wiesenschwingel auf. Die Deutsch Weidelgrasbestände erreichen etwa die dreifachen maximalen Triebdichten (12000 - 15000 Triebe/m²) im Vergleich zu allen anderen Genotypen. Die geringste Triebdichte erzielt die frühe Knaulgrassorte 'Oberweißt'. Während beide Weidelgrassorten ähnlich hohe Triebdichten erreichen bildet beim Knaulgras die späte Sorte 'Baraula' etwa doppelt soviel Triebe aus wie die frühe Sorte.

Der Einfluß des Schnittzeitpunktes im 1. Aufwuchs auf die Triebdichteentwicklung im Nachwuchs ist nahezu unabhängig vom Genotyp zu sehen (Abb. 1). Mit zunehmender Nutzungsverzögerung reagieren die Bestände mit reduzierten Triebdichten zu Nachwuchsbeginn. Die maximalen Triebdichten werden 1 bis 2 Wochen später erreicht als bei früher Nutzung und liegen mit Ausnahme der frühen DW-Sorte 'Gremie' tendenziell niedriger. Diesbezüglich reagiert das Wiesenlieschgras besonders stark auf die Nutzungsverzögerung. Nach später 1. Nutzung werden von dieser Sorte zu Nachwuchsbeginn nur 30 %, im Maximum nur 50 % der Triebzahlen im Vergleich zur frühen 1. Nutzung erreicht. Die frühe DW-Sorte 'Gremie' bildet dagegen bei später 1. Nutzung im Nachwuchs anfänglich die niedrigsten, am Aufwuchsende dagegen die höchsten Triebzahlen aus.

Triebe, die im 1. Aufwuchs ein Entwicklungsstadium >K1 erreichen (K1 = 1 Knoten fühlbar), sterben nach der Nutzung ab, da ihr Vegetationskegel entfernt wird. Demzufolge besteht eine negative Beziehung zwischen der Anzahl reproduktiver Triebe zum Schnittzeitpunkt des 1. Aufwuchses und der Triebdichte eine Woche nach der Nutzung (Abb. 2). Diese Beziehungen können unabhängig vom Sortentyp als artspezifisch betrachtet werden. Aufgrund seiner geringen Anzahl generativer Triebe ist die Beziehung beim Knaulgras nur gering ausgeprägt.

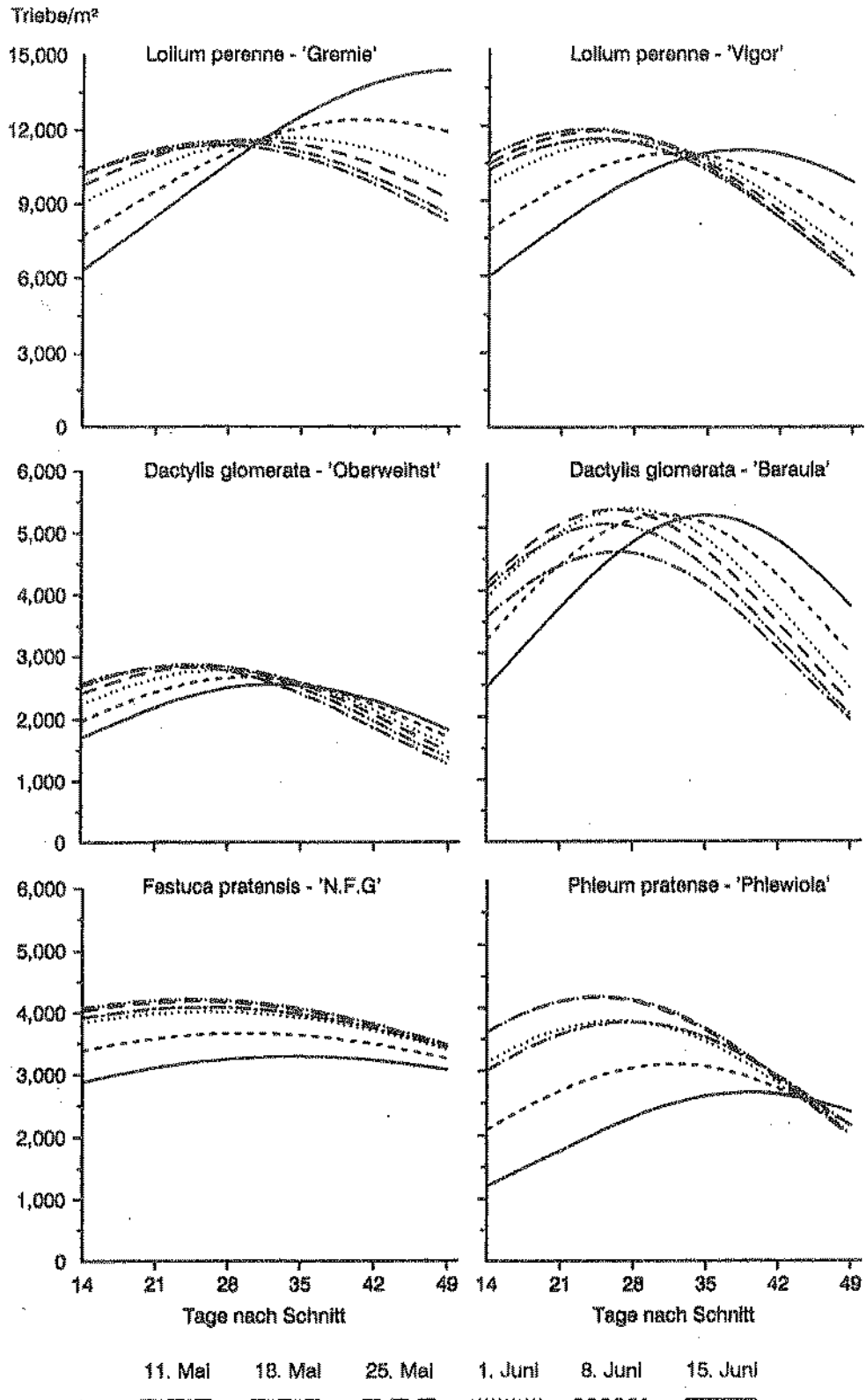


Abbildung 1: Entwicklung der Triebdichte erster Nachwüchse verschiedener Genotypen in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt des 1. Aufwuchses (1986 und 1987)

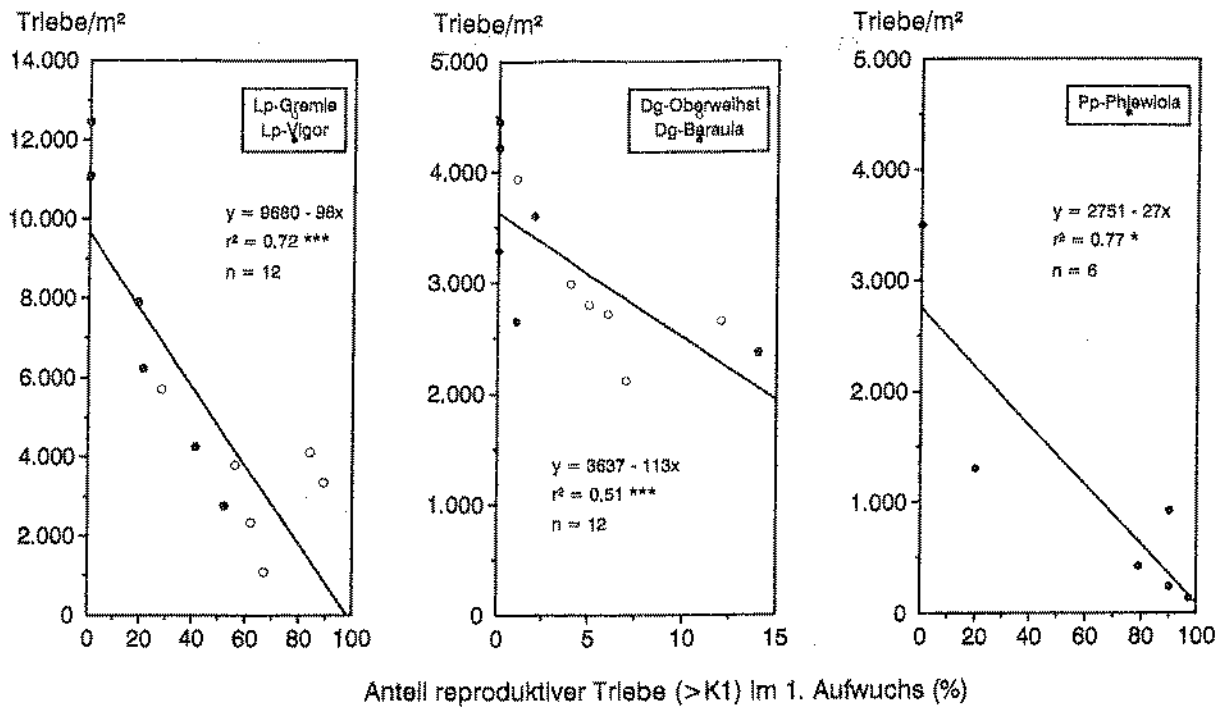


Abbildung 2: Triebdichte eine Woche nach Schnitt des 1. Aufwuchses in Abhängigkeit von der phänologischen Entwicklung zum Schnittzeitpunkt

4. Zusammenfassung

In ersten Nachwüchsen von Grünlandgräsern verläuft die Triebdichteentwicklung unabhängig von Genotyp und Schnittzeitpunkt im 1. Aufwuchs in Form einer Optimumsbeziehung mit maximalen Triebdichten 3 bis 5 Wochen nach Schnitt.

Die Nutzungsverzögerung des 1. Aufwuchses führt in Abhängigkeit von der phänologischen Entwicklung zum Schnittzeitpunkt zu reduzierten Triebdichten am Beginn des Nachwuchses. Maximale Triebdichten werden 1 bis 2 Wochen später erreicht und sind tendenziell niedriger, besonders beim Wiesenlieschgras.

5. Literatur

- HUGHES, A. P. and P. R. FREEMAN, 1967: Growth analysis using frequent small harvests. *J. of Appl. Ecol.* 4, 553 - 560.
- JEWISS, O. R., 1972: Tillering in grasses - its significance and control. *J. Br. Grassld. Soc.* 27, 65 - 82.
- LANGER, R. H. M., 1979: How grasses grow. Edward Arnold Limited, London.
- PETERSEN, H.-W., 1989: Ertragsbildung ausgewählter Grünlandgräser im Nachwuchs in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Nutzung des Primäraufwuchses. Diss. Universität Kiel.
- SIMON, U. and B. H. PARK, 1981: A descriptive scheme for stages of development in perennial forage grasses. *Proc. 14th Int. Grassl. Congr.*, 416 - 418.
- TAUBE, F., 1990: Growth characteristics of contrasting varieties of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *J. Agronomy and Crop Sci.* 165, 159 - 170.
- VAN LOO, E. N., 1992: On the relation between tillering, leaf area dynamics and growth of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). Thesis University Wageningen.

Die Wirkung erhöhter CO₂-Konzentration auf Wachstum und Qualität von Deutsch Weidelgras

R. Schäufele, H. Vianden und H. Schnyder*

Einleitung Die CO₂-Konzentration in der Atmosphäre stieg seit Beginn der Industrialisierung von 280 ppm auf zur Zeit ca. 360 ppm an. Direkte Auswirkungen auf die Pflanzenwelt sind nur schwer abzuschätzen, da der Wachstumsfaktor CO₂ mit anderen Wachstumsfaktoren wie Licht, Wasser, Temperatur und Nährstoffversorgung in enger Wechselwirkung steht. Der vorliegende Beitrag befaßt sich mit dem Effekt erhöhter CO₂-Konzentration auf Ertrags- und Qualitätsparameter von Deutsch Weidelgras. Die modifizierende Wirkung unterschiedlicher N-Versorgung wurde ebenfalls untersucht.

Material und Methoden Miniaturbestände von Deutsch Weidelgras (Sorte Modus, tetraploid) wurden in zwei Klimakammern in Gefäßen (10 cm Durchmesser, 2 Liter Inhalt) auf Quarzsand angezogen (Pflanzendichte: 20 Gefäß⁻¹). Die Wachstumsbedingungen während der Anzuchtphase waren: 330 ppm CO₂, 16/8 h Tag/Nacht, 22/18 °C und 75/85 % relativer Luftfeuchte mit 630 µmol photosynthetisch aktiver Strahlung während der Lichtperiode. Die Versorgung mit Mineralstoffen erfolgte über eine modifizierte Hoaglandlösung mit 105 ppm N (täglich 4 Gaben zu je 50 ml). Zusätzlich wurden die Gefäße zweimal täglich mit je 100 ml deionisiertem Wasser gespült. Nach 6 Wochen wurden die Miniaturbestände auf 5 cm Stoppellänge zurückgeschnitten. Während der folgenden 14-tägigen Aufwuchsperiode wurden die Pflanzen unterschiedlicher CO₂-Konzentration (330 bzw. 660 ppm CO₂) und N-Versorgung (105 ppm N (N+) bzw. 0 ppm N (N-) in der Nährlösung) ausgesetzt. Die übrigen Wachstumsbedingungen wurden beibehalten. An ausgewählten Pflanzen wurde über die Dauer der Aufwuchsperiode die Blattwachstumsrate sowie die Triebbildung verfolgt. Zu Beginn und am Ende der Aufwuchsperiode wurden acht Gefäße je Variante geerntet. Die Pflanzen wurden in verschiedene Fraktionen zerlegt, Frisch- und Trockenmasse, N- und C-Gehalt und Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten (WLKH) der einzelnen Fraktionen bestimmt.

Ergebnisse und Diskussion Die Verdoppelung der CO₂-Konzentration hatte keine deutliche Auswirkung auf das Blattwachstum. Die Wirkung von CO₂ auf die Triebbildung war abhängig von der N-Ernährung. Während bei N-Mangelernährung eine Stimulation durch CO₂ nicht festzustellen war, schien die Triebbildung bei günstiger N-Ernährung durch CO₂ gefördert zu werden.

Tabelle 1 Wirkung unterschiedlicher CO₂-Konzentration und N-Ernährung auf Triebbildung und Blattwachstum von Deutsch Weidelgras. Werte in Klammern geben den Standardfehler an.

Wachstumsbedingungen während Aufwuchsperiode	Triebbildungsrate (Triebe Pflanze ⁻¹ Tag ⁻¹)	Blattwachstumsrate (mm Trieb ⁻¹ h ⁻¹)
330 ppm CO ₂ / N+	0,360 (0,046)	1,39 (0,06)
660 ppm CO ₂ / N+	0,413 (0,047)	1,38 (0,03)
330 ppm CO ₂ / N-	0,063 (0,020)	0,62 (0,03)
660 ppm CO ₂ / N-	0,053 (0,016)	0,51 (0,02)

Auch die Frischmasseerträge (Abb. 1A) wurden durch die CO₂-Konzentration nur wenig beeinflusst, ein weiterer Hinweis auf den schwachen Effekt von CO₂ auf das Wachstum der Deutsch Weidelgras Miniaturbestände.

Das hohe CO₂-Angebot führte jedoch zu einer deutlichen Förderung der Assimilation und zu höheren Trockenmasseerträgen (Abb. 1B und C). Bei guter N-Versorgung wurde der Trockenmasseertrag um 45% erhöht, bei N-Mangelversorgung um 19%. Der höhere Trockenmasseertrag beruhte wesentlich auf einer verstärkten Akkumulation von WLKH im Aufwuchs (Abb. 2A). In den gut mit N versorgten Pflanzen ergab sich mit erhöhtem CO₂-Angebot eine Steigerung der WLKH-Konzentration in der Trockenmasse des Aufwuchses um 73%. Bei den N-mangelversorgten Pflanzen fiel die Steigerung der WLKH-Konzentration in der Trockenmasse schwächer aus.

Unterschiede im WLKH-Gehalt waren die wichtigste Ursache für die beobachteten Unterschiede im Trockenmassegehalt der Aufwüchse (Abb. 2B und 3). Gleichzeitig resultierte für den Rohproteingehalt ein Verdünnungseffekt (Abb. 2C). Die vorgestellten Ergebnisse deuten an, daß sich die steigende CO₂-Konzentration insbesondere bei angemessener N-Ernährung günstig auf den Ertrag und den Futterwert von Deutsch Weidelgras auswirkt.

Danksagung Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Projektes CROPCHANGE durch das Umweltprogramm der EU gefördert.

Abbildung 1: Wirkung unterschiedlicher CO₂-Konzentration und N-Ernährung nach einem Schnitt auf die Nettoassimilation (A), den Trockenmasseertrag (B) und den Frischmasseertrag (C). Vertikale Balken geben den 2-fachen Standardfehler (n=8) an.

Abbildung 2: Wirkung unterschiedlicher CO₂-Konzentration und N-Ernährung nach einem Schnitt auf den Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten (A), den Trockenmassegehalt (B) und den Rohproteingehalt (C). Vertikale Balken geben den 2-fachen Standardfehler (n=8) an.

Abbildung 3: Abhängigkeit des Trockenmassegehaltes von der Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate (WLKH) im Aufwuchs. Ergebnisse aus Untersuchungen mit unterschiedlicher N-Ernährung und CO₂-Konzentration während der Aufwuchsperiode.

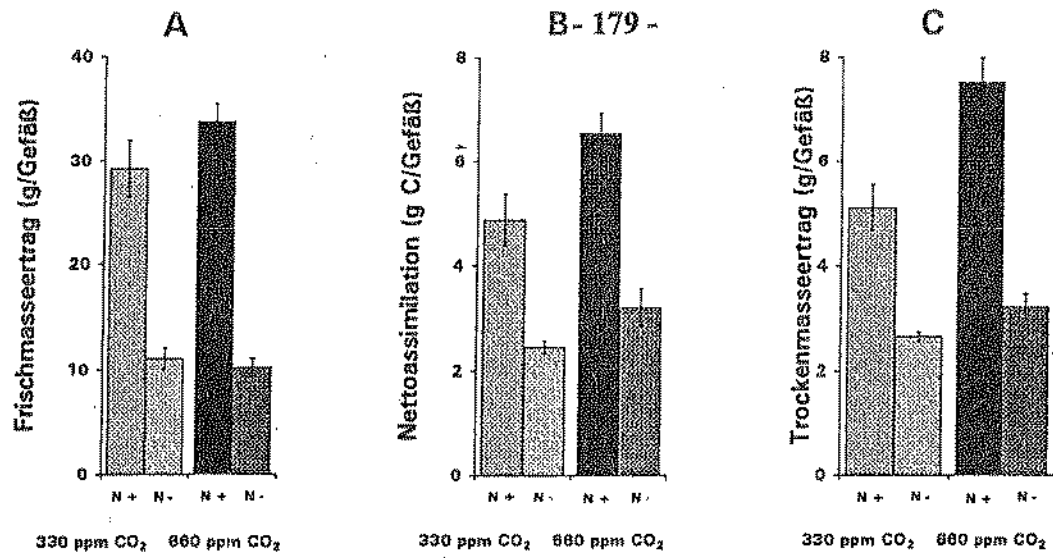


Abbildung 1:

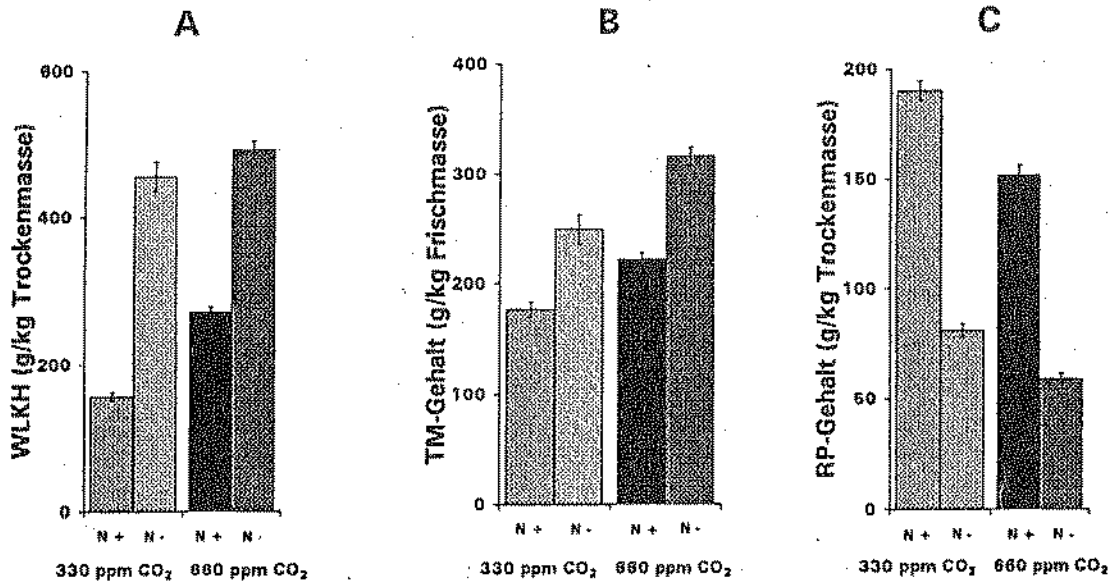


Abbildung 2:

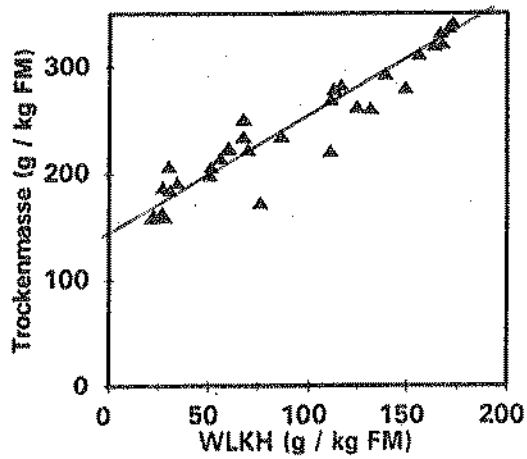


Abbildung 3:

Untersuchungen zur Ontogenese von Luzerne unter Feldbedingungen im
mitteldeutschen Trockengebiet

(Arbeitsprogramm)

Maria Wagner *

Die Luzerne ist eine standorttypische Nutzpflanze im mitteldeutschen Trockengebiet. Ihr Anbau muß effizienter gestaltet werden. Bessere Kenntnisse über Wachstum, Entwicklung und Stoffbildung können dazu beitragen.

Bisherige Literaturlauswertungen lassen Lücken in einer umfassenden Kenntnis dieser Problematik erkennen, vor allem im Hinblick auf den spezifischen natürlichen Standort.

Die begonnenen Arbeiten haben zum Ziel, die Ontogenese der Luzerne mit den in ihrem Verlauf auftretenden morphologischen und qualitativen Veränderungen unter Feldbedingungen darzustellen.

Im Mittelpunkt stehen die Phasen der vegetativen Entwicklung, ausgewählte Abschnitte der generativen Entwicklung werden mit berücksichtigt.

Methodisch umfassen die Arbeiten

- kontinuierliche Bonituren von Pflanzen in einem großflächigen Feldbestand reingesäter Luzerne,
- Messungen und Auszählungen von Einzelpflanzen und Trieben,
- Zuordnung der jeweils erreichten Entwicklungsabschnitte zum vorhandenen Dezimalcode sowie dessen evtl. Präzisierung,
- mehrmalige Ertragsermittlungen bei den einzelnen Aufwüchsen,
- chemische Analysen der oberirdischen Pflanzenteile, der Wurzelköpfe und der Keimlinge auf ausgewählte Inhaltsstoffe.

Die Bestimmung des Flächenertrages erfolgt nach zwei unterschiedlichen Verfahren, die auch den Verlauf des Ertragszuwachses nachweisbar machen.

Parallel zu den Zwischen- und Haupternten der einzelnen Aufwüchse werden mehrschichtige Bodenproben entnommen und deren N_{\min} - und

* Institut für Acker- und Pflanzenbau - Fachgruppe Futterbau und Grünland, E.-Abderhalden-Str. 25, 06108 Halle

Feuchtgehalte ermittelt.

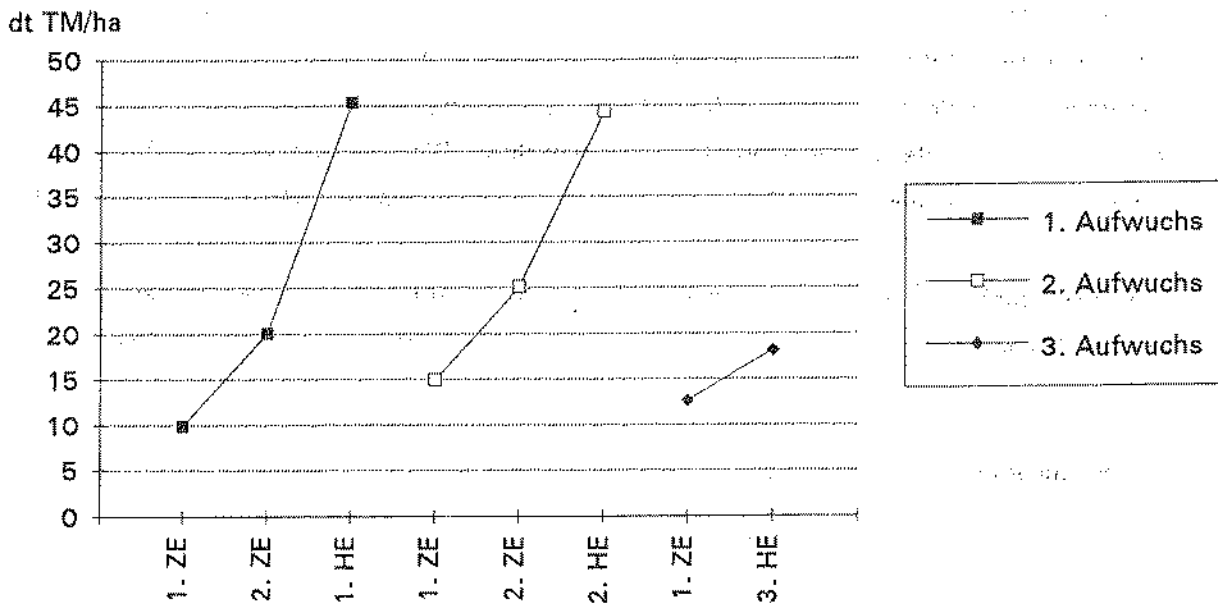
In chemischen Analysen des oberirdischen Pflanzenmaterials, der Wurzelköpfe und Keimlinge werden die Gehalte an leichtlöslichen Kohlehydraten sowie Rohprotein, Rohfaser und Rohasche bestimmt. Die Ertragsermittlungen erfolgen mit Hilfe der traditionellen Methode (Schnitt ausgewählter Teilstücke, Wägung, Trocknung und Rückwaage) und mit einem neuartigen elektronischen Gerät im anstehenden Pflanzenbestand. Nach dem ersten Verfahren werden jeweils 3 Messungen pro Aufwuchs (2 Zwischenernten, 1 Haupternte) vorgenommen, die Messungen mit dem elektronischen Gerät finden wöchentlich zweimal statt.

Zur detaillierten Standortkennzeichnung dienen umfangreiche meteorologische Daten, die durch eine automatisch arbeitende Station am Versuchsstandort registriert werden. Sie umfassen z. T. stündliche Werte.

Es ist vorgesehen, Beziehungen zwischen Entwicklungs- und Stoffbildungsprozessen der Luzerne und den spezifischen Boden- und Witterungsbedingungen des Versuchsstandortes zu ermitteln.

In einem 1993 angelegten Testversuch konnte die gewählte Untersuchungsmethodik bereits überprüft und erste Teilergebnisse erzielt werden.

Verlauf der Ertragsbildung 1993 (3 Aufwüchse)



Trockenmasseproduktion, Blattflächenentwicklung und Lichtausnutzung in Reinsaat und Gemenge von *Lolium multiflorum* Lam. und *Trifolium resupinatum* L. bei früher und später Saat

Schellberg, J., M. Akmal und W. Kühbauch¹

EINLEITUNG Im Zwischenfruchtbau wird in der Regel eine frühe Saat angestrebt, um möglichst lange günstige Umweltbedingungen - vor allem Temperatur und Sonneneinstrahlung - auszunutzen. Das Weische Weidelgras (*Lolium multiflorum* L.) und der Perserklee (*Trifolium resupinatum* L.) sind bevorzugte Arten des Zwischenfruchtbaus, und zwar sowohl in Reinsaat als auch in Gemenge. Diese Arten reagieren bekannterweise unterschiedlich auf die Umgebungstemperatur: das Optimum der Wachstumstemperatur von Gras liegt mit 18°C bis 24°C LANGER (1972) unter dem unserer Kleearten. Inwieweit die genannten Pflanzenarten die einfallende Sonnenstrahlung bei abnehmendem Strahlungsangebot im Spätsommer und Herbst auffangen und produktiv umsetzen können, ist bisher nicht untersucht.

Für verschiedene Hauptfruchtarten ist bekannt, daß der Anteil der von den Pflanzen absorbierten photosynthetisch aktiven Einstrahlung von dem aktuellen Blattflächenindex (BFI) abhängt (HIPPS et al., 1983). Ein hoher BFI im Bestand ist demnach eine gute Voraussetzung für eine hohe Lichtabsorption. Die Umsetzung der tatsächlich von den Beständen absorbierten PAR in Trockenmasse ist abhängig von den Witterungsbedingungen, der Wasser- und Nährstoffversorgung und dem Genom (CHRISTENSEN 1993, MUCHOW und DAVIES 1988, HAMMER und VANDERLIP 1989). Die Beziehung zwischen absorbierter PAR [MJ/m²] und der im gleichen Zeitraum gebildeten Trockenmasse [g/m²] entspricht einem Wirkungsgrad und ist als Lichtausnutzung [g/MJ] definiert. Die Kenntnis der Lichtausnutzung und seiner Beeinflussung durch die Umweltbedingungen und das Genom kann hilfreiche Hinweise für das Verständnis zum Wachstum von Pflanzenarten geben. Es wurde der Frage nachgegangen, welche Bedeutung der Saattermin für die Trockenmasse- und Blattflächenentwicklung sowie für die Lichtausnutzung von Weisch Weidelgras und Perserklee in Reinsaat und Gemenge hat.

MATERIAL UND METHODEN Im Jahr 1993 wurde ein Feldversuch in Bonn-Poppelsdorf in 3 Wiederholungen angelegt. Die Saattmengen, Saattermine und Sorten sind in Tabelle 1 angegeben. Die Nährstoffgehalte im Boden betragen für N 0,108 %, für P₂O₅ 34,9 (mg/100g Boden) und für K₂O 33,3 (mg/100g Boden). Es wurde auf jegliche Düngung verzichtet. Die Pflanzen waren während des gesamten Experimentes ausreichend mit Wasser versorgt. Pflanzenschutzmaßnahmen waren nicht erforderlich.

In wöchentlichen Abständen wurden Teilflächen von 0,5 m² beprobt und die trockene Erntemasse bestimmt. Die Blattflächenmessungen erfolgten berührungsfrei mit dem Meßgerät "LAI-2000" der Fa. LI-

¹Institut für Pflanzenbau, Katzenburgweg 5, 53115 Bonn

COR (USA) (WELLES und NORMAN 1991). Für die Messung der Strahlung wurden Quantum-Sensoren LI-190 SZ der Fa.LI-COR (USA) verwendet.

Tab. 1: Saattermine, Sorten und Saatmengen

Saattermin		
früh	29. Juli 1993	(210. Tag)
spät	12. August 1993	(224. Tag)
Sorten und Saatmengen (kg/ha)		
Welsch Weidelgras	AUBADE	45
Perserklee	FELIX	20
Gemenge	AUBADE	20
	FELIX	10

Die eingestrahelte Lichtstärke wurde ca. 1m Höhe über den Beständen mit einem aufwärts gerichteten Sensor, die Lichtreflexion der Pflanzendecke in selber Höhe mit einem abwärts gerichteten Sensor gemessen. Die Transmissionmessungen erfolgten zeitgleich bodennah. Aus diesen 3 Messwerten (Mittelwerte aus 4 Wiederholungen pro Parzelle) errechnete sich die tatsächlich von den Pflanzenbeständen absorbierte Strahlungsenergie (PAR_{abs}), angegeben in Megajoule pro Quadratmeter:

$$PAR_{abs} = PAR_i - PAR_t - PAR_r$$

wobei PAR_i die einfallende Strahlung, PAR_t die transmittierte Strahlung und PAR_r die reflektierte Strahlung bezeichnet (GALLAGHER und BISCOE, 1978). Der Anteil absorbiertes Strahlung an der einfallenden Strahlung entspricht dem Quotienten von PAR_{abs} zu PAR_i . Zur Berechnung der Lichtausnutzung wurden diese Absorptionsanteile auf Tagesabstände interpoliert, mit dem Tageseinstrahlungswert multipliziert und schließlich kumulativ für jeden Probenahmetermin der aktuellen Trockenmasse der Bestände gegenübergestellt.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION Wegen der fehlenden Stickstoffdüngung waren in den Mischbeständen deutlich höhere Anteile von Klee (< 70% der Trockenmasse) zu finden als von Gras.

Die Gegenüberstellung der Blattflächenindizes mit den Absorptionsanteilen zeigt eine nicht lineäre Beziehung, deren Maximum für alle Versuchsvarianten bei ca. 90% der Absorption liegt (Abb. 1). BFI's von größer als 3 ergaben keine Zunahme in den Absorptionswerten, was auf eine vollständige Überdeckung des Bodens mit Pflanzen schließen läßt. Oen Einzelwerten in Abbildung 1 ist zu entnehmen, daß bei gleichen BFI's in den Grasbeständen in der Regel höhere Absorptionswerte erreicht wurden als in Klee und Gemenge.

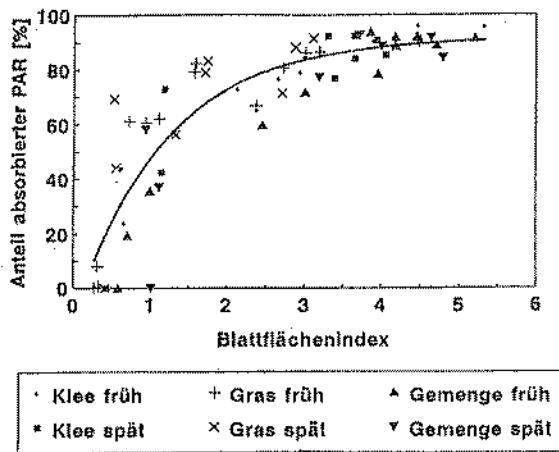


Abb. 1: Abhängigkeit der PAR-Absorption vom Blattflächenindex der Bestände

Die Blattflächenentwicklung der Reinbestände und Gemenge verlief nach beiden Saatzeiten gleich. Jedoch hatten die Grasbestände in allen Parzellen deutlich geringere Blattflächen ausgebildet als Klee und Klee-Gras (Abb. 2 a). In den Klee- und Klee-Grasbeständen waren trotz gleicher Blattflächenentwicklung die Trockenmassen bei früherer Saat höher als bei späterer (Abb. 2 b). Dies ist zurückzuführen auf die höheren Stengeianteile von Perserklee in der Frühsaatvariante (nicht dargestellt). Bei Gras blieb dagegen die Saatzeit ohne Effekt auf den Trockenmasseertrag. Dafür ist vor allem die langsame Jugendentwicklung in der frühen Saatvariante verantwortlich. Auch die diesjährige Anlage (1994) des gleichen Versuchs zeigt eine langsame Jugendentwicklung bei hohen Lufttemperaturen trotz ausreichenden Nährstoff- und Wasserangebots.

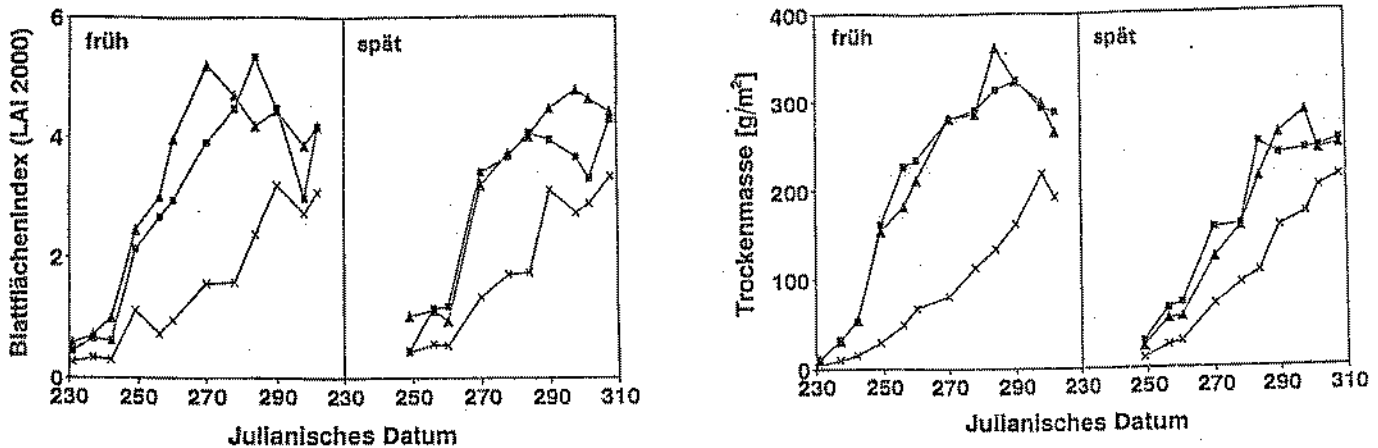


Abb. 2: Blattflächen- (a) und Trockenmassenentwicklung (b) (Symbole wie in Abb. 3)

Die Lichtausnutzung von Perserklee und Gemenge lag in den ersten 20 Tagen nach Saat deutlich höher als in Welsch Weidegras, nahm jedoch mit zunehmender Alterung der Bestände ab. Unterschiede in der Lichtausnutzung in Abhängigkeit vom Saattermin waren für Klee und Klee-Gras nicht nachweisbar. Gleichwohl deuten die Regressionslinien an, daß die Lichtausnutzung bei späterer Saat niedriger war als bei früherer (Abb. 3).

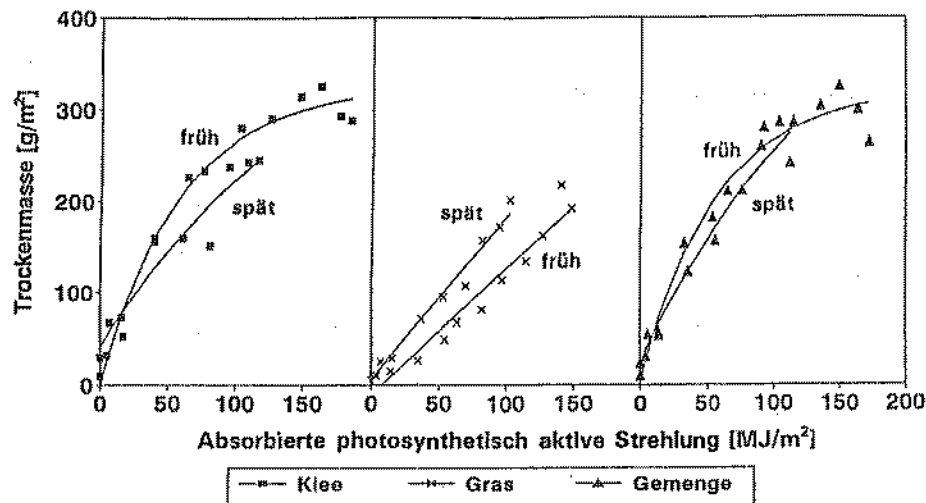


Abb. 3: Beziehung zwischen Trockenmassebildung und absorbiertes PAR bei früher und später Saat
 Degegen wurde bei Welsch Weidelgras eine deutlich höhere Lichtausnutzung nach der um 14 Tage späteren Saat gefunden, nämlich 1,94 g/MJ ($R^2 = 0,98$) bei später gegenüber 1,55 g/MJ ($R^2 = 0,95$) bei früher Saat. Dies bedeutet, daß bei gleichen Blattflächen die spät gesäten Bestände von Welsch Weidelgras die absorbierte Sonnenenergie in höherem Maße für die Stoffbildung nutzen konnten als die früh gesäten. Da die Wasser- und Nährstoffversorgung in beiden Saatvarianten gleich war, können allein die höheren, für das Graswachstum ungünstigeren Temperaturen von bis zu 30°C zur Zeit der frühen Saat Ursache für die langsame Jugendentwicklung sein.

SCHLUSSFOLGERUNGEN Die Reaktion der Trockenmassebildung von Perserklee auf den Saattermin zeigt, daß diese Art als Zwischenfrucht möglichst früh zu säen ist. In der späten Saatvariante konnte wegen einsetzender niedriger Temperaturen und frühzeitiger Alterung der Bestände das Ertragspotential der Pflanzen nicht ausgenutzt werden. Die höhere Lichtausnutzung von Welsch Weidelgras bei der um 14 Tage verspäteten gegenüber der frühen Saat macht deutlich, daß Frühsaat nicht immer von Vorteil ist. Vielmehr werden bei abnehmendem Strahlungsangebot und sinkenden Temperaturen im Spätsommer hohe Wachstumsraten erreicht, die den Nachteil einer vergleichsweise kurzen Wachstumsperiode ausgleichen.

LITERATUR

- CHRISTENSEN, S., 1993: Deriving light interception and biomass from spectral reflectance ratio. *Rem. Sens. Environ.*, **43**, 87-89.
 GALLAGHER, J.N. und R.V. BISCOE, 1978: Radiation absorption, growth and yield of cereals. *J.agric.Sci. Camb.*, **91**, 47-60.
 HAMMER, G.L. und R.L. VANDERLIP, 1989: Genotype-by-environment interaction in grain sorghum. I. Effect of temperature on radiation use efficiency. *Crop Sci.*, **29**, 370-376.
 HIPPS, L.E., G. ASRAR und E.T. KANEMASU, 1983: Assessing the interception of photosynthetically active radiation in winter wheat. *Agric. Meteorol.*, **28**, 253-259.
 LANGER, R.H.M., 1972: How grasses grow. The Institute of Biology's Studies in Biology, London, 60 S.
 MUCHOW, R.C. und R. DAVIES, 1988: Effect of nitrogen supply on the comparative productivity of maize and sorghum in a semi-arid tropical environment. *Radiation Interception and biomass accumulation. Field Crop Res.*, **18**, 17-30.
 WELLES, J.M. und J.M. NORMAN, 1991: Instrument for direct measurements of canopy architecture. *Agron. J.*, **83**, 818-825.

Untersaaten von Gräsern in Silomais auf sandigen Böden

K. Schmaier, R. Becker, K. Richter*

Problemstellung

Untersaaten mit Gräsern in Silomais (*Zea mays* L.) können in gewissem Umfang Schutz vor Nitratverlagerung und Erosion bieten und gestalten durch den Erhalt des Humusgehalts des Bodens den Maisanbau umweltverträglicher (STEMANN u. LÜTKE ENTRUP 1990). Da Mais kaum negativ auf eine Stickstoffüberdüngung reagiert, besteht in Abhängigkeit von Ertrag und N-Entzug ein hohes Risiko, daß Reststickstoff nach der Silomaisernte im Boden verbleibt. Besonders auf langjährig stark organisch gedüngten Böden werden in der oberen Bodenschicht oft mehr als 100 kg/ha Nitratstickstoff festgestellt (PICKERT 1994). Die vom Mais nicht aufgenommenen Nährstoffe werden bei anschließender Sommerung nicht mehr in Pflanzenmasse eingebaut und für die Folgefrucht konserviert. Aus diesem Grunde ist anzunehmen, daß aus Grasuntersaaten hervorgegangene Bestände diese Lücke zu schließen vermögen.

Eine Untersaat mag auch dann von Vorteil sein, wenn die Fläche stillgelegt und in begrünte Rotationsbrache überführt werden soll (BERNHARDT 1994, ACKERMANN u. UNGER 1994).

Der Erfolg von Untersaaten ist an die Bedingung geknüpft, daß die Gräser möglichst nicht das Maiswachstum beeinträchtigen, andererseits die Maiskonkurrenz um Wasser und Licht die Etablierung der Gräser noch zuläßt. Besonders in Regionen mit Wasserknappheit können frühzeitige Grasuntersaaten in Körnermais durch einen höheren Wasserverbrauch dazu führen, daß nur noch 80 % des sonst üblichen Ertrages erzielt werden (BERNHARDT 1994). Hochwachsende Silomaisorten mit hohem Blattanteil behindern wiederum durch Lichtmangel besonders das Wachstum der Gräser (STEMANN u. LÜTKE ENTRUP 1990). Weitere Wirkungen der Beschattung bestehen in einem geringeren Lichtkompensationspunkt und höheren Zellulose- und Rohproteingehalten (KAUSSMANN u. SCHIEWER 1989).

Die vorgestellten Versuche sollen Möglichkeiten und Grenzen von Untersaaten mit Gräsern speziell unter den Bedingungen der sandigen und durchlässigen Böden zeigen, bei denen der Faktor Wasser maßgeblich über die Konkurrenz zwischen Mais und Gräsern entscheiden kann.

Material und Methoden

Die Versuche wurden 1993/1994 am Standort Berge durchgeführt. Die vorherrschende Bodenart ist lehmiger Sand. Im langjährigen Mittel beträgt die Jahresdurchschnittstemperatur 8,7 °C und die jährliche Niederschlagsmenge 503 mm. Für die Versuche, für die Tab. 1 die Angaben zur Versuchsanstellung enthält, wurde eine großrahmige Silomaisorte ('Slavis', FAO 250) und ein relativ später Saattermin für die Untersaat zum 5-Blattstadium von Mais am 18.05.1993 [BBCH-Dezimal-Code 15 nach WEBER u. BLEIHOLDER (1990)] gewählt.

Die Niederschläge in den Monaten Mai bis September übertrafen mit 438 mm das langjährige Mittel um 186 mm. Folglich blieb die Beregnung ohne Einfluß auf die Ergebnisse und wird im weiteren nicht berücksichtigt.

*Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Fachgebiet Grünlandssysteme, Invalidenstr. 42
10115 Berlin

Der Reihenabstand bei Silomais betrug 75 cm und der Abstand von drei gedrillten Grasreihen zu den beiden benachbarten Maisreihen 23 cm. Unter Berücksichtigung von N_{min} im Boden wurden zur Aussaat am 29.04.1993 60 und zum 8-Blattstadium 40 kg/ha Stickstoff zu Silomais gedüngt (angestrebte N-Sollmenge von 200 kg/ha).

Tab. 1 Versuchsanlage, Prüffaktoren, Prüfstufen und Prüfmerkmale

Versuchsanlage: Spaltanlage (A/B-R) mit 4 Wiederholungen	
Prüffaktoren	Prüfstufen
A Untersaat	a1 ohne a2 Lolium perenne L. 'Texas' [10 kg/ha] a3 Dactylis glomerata L. 'Trebina' [8 kg/ha]
B Beregnung	b1 beregnet [nach BEREST 90 (WENKEL ... 1988)] b2 unberegnet
Prüfmerkmale	
Silomais	Gräser
Bestandesdichte Ernte	Bestandesdichte nach Auflaufen
Ertrag Kolben/ Restmais	Trockenmassebildung bis zur Maisernte
TS- und N-Gehalt Kolben/ Restmais	TS-Gehalt
N-Entzug	N-Gehalt (Grasaufwuchs)
Lichtinterzeption (PAR-Sensor/ Sunfleck-Septometer)	N-Entzug (Grasaufwuchs)
Boden	
N_{min} -Gehalt in den Schichten 0...30; 30...60; 60...90 cm	

Die Berechnung der Lichtinterzeption (y) basierte je Parzelle auf 5 Messungen der photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR) über dem Maisbestand (x_1) und unter Mais unmittelbar über den Drillreihen der Untersaat (x_2):

$$y = 100 - (x_2 / x_1 * 100) \quad [\%] \quad [1]$$

Ergebnisse und Diskussion

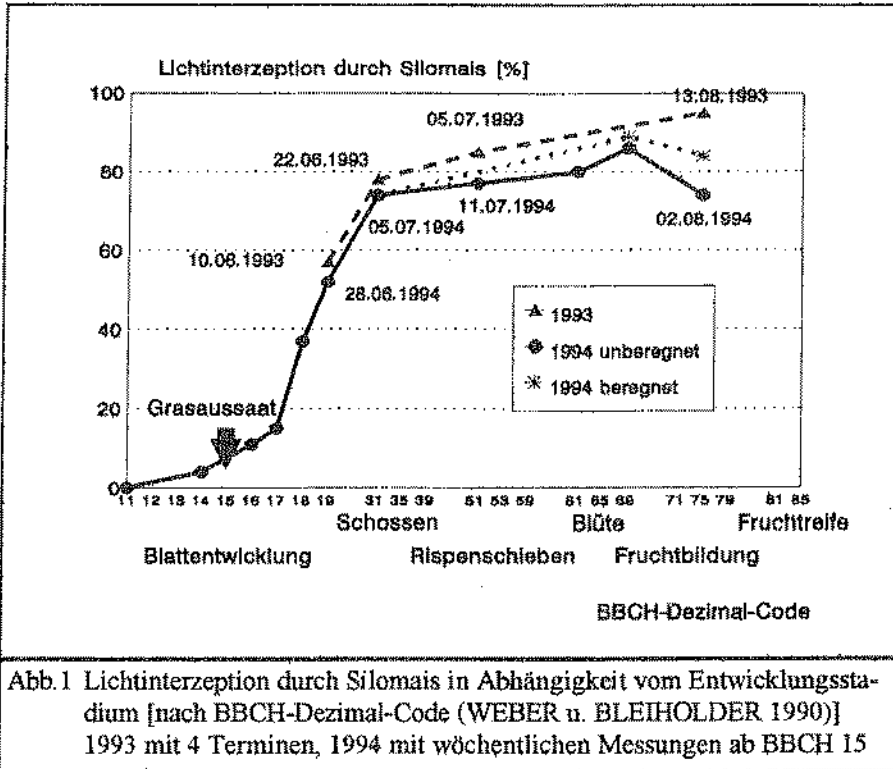
Mit Lolium perenne und Dactylis glomerata waren Gräser mit sehr unterschiedlichem Anspruch an die Wasserversorgung in die Versuchsanstellung einbezogen. Durch die ergiebigen Niederschläge während der Vegetationszeit (1993) begrenzte der Faktor Wasser weder Silomais- noch Graswachstum. Da die Versuchsanstellung auf eine möglichst schwache Konkurrenz durch die Grasuntersaaten ausgerichtet war, traten nur geringe Unterschiede im Silomaisertrag auf. Dactylis glomerata bewirkte aber im Vergleich zu Kontrolle und zur Untersaat mit Lolium perenne signifikante Mindererträge (Tab. 2).

Tab. 2 Bestandesdichte, Trockenmasseertrag, Kolbenanteil und N-Entzug von Silomais in Abhängigkeit von der Untersaat

Untersaat	Bestandesdichte	Kolben-ertrag	Restmais-ertrag	Gesamt-ertrag	Kolben-anteil	N-Entzug
	Pflanzen/m ²	dt/ha	dt/ha	dt/ha	%	kg/ha
ohne	7,5	114	100	214	53	258
L. perenne	7,5	116	98	214	54	249
D. glomerata	7,6	112	93	205	55	244
LSD $\alpha = 0.05$	0,3	6	5	4	2	6

Weiterhin deuten die ohne Untersaat festgestellten höheren N-Entzüge darauf hin, daß bei gesicherter Wasserversorgung Konkurrenz um pflanzenverfügbaren Stickstoff zwischen Mais und Gräsern bestehen kann.

In Abb. 1 sind die Ergebnisse zur Lichtinterzeption in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium (Silomais) dargestellt. Ab Schoßbeginn von Silomais erreichte nur noch etwa ein Drittel des einfallenden Lichtes die Untersaaten. Parallel bildeten die Gräser das 3. ... 4. Blatt aus und bestockten sich zu Beginn des Rispschiebens (Silomais):



Lolium perenne eine Woche vor *Dactylis glomerata*.

Anschließend nahm die Interzeption durch den Maisbestand weiter zu (1993 auf maximal 95%). Unter diesen Bedingungen schoßten die Gräser nicht und die Blätter begannen zu vergilben.

Im extrem trockenen Sommer 1994 etablierten sich die Grasuntersaaten nur lückenhaft, und das vorzeitige Absterben der ältesten Maisblätter bewirkte besonders ohne Beregnung eine

geringere Interzeption durch den Maisbestand im Vergleich zu 1993.

In der oberirdischen Trockenmassebildung und N-Aufnahme wurden zwischen beiden Gräsern trotz der langsameren Jugendentwicklung von *Dactylis glomerata* keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Bei der Interpretation dieser Ergebnisse (Tab. 3) ist zu beachten, daß durch den Abstand zu den Maisreihen nur ca. 40% der Fläche mit Gras bestellt waren. Die Gräser vermochten im folgenden Jahr die Fläche zu begrünen (Rotationsbrache) und

Tab. 3 Trockenmassebildung, N-Gehalt und N-Entzug der Gräser zur Silomaisernte

Untersaat	Bestandesdichte	Trockenmasse	N-Gehalt	N-Entzug
	Auflauf			
	Pflanzen/m ²	dt/ha	%	kg/ha
<i>Lolium perenne</i>	397	7,5	2,5	18
<i>Dactylis glomerata</i>	262	7,6	2,1	16
LSD $\alpha = 0,05$	-	2,0	0,2	4

erreichten bei Probe-schnitten im ersten Aufwuchs (zur Grasblüte) Trockenmasseerträge von jeweils 24...25 dt/ha.

Dactylis glomerata und *Lolium perenne* reduzierten den N_{min} -Gehalt im Boden (0...90 cm) bis zur Silomaisernte um 17 bzw. 9 kg/ha gegenüber der Kontrolle (Abb. 2). Diese Unterschiede ließen sich auf abgestuft niedrigerem Niveau bis in die tiefste beprobte Bodenschicht verfolgen. In Versuchen von BERNHARDT (1994) veränderte sich

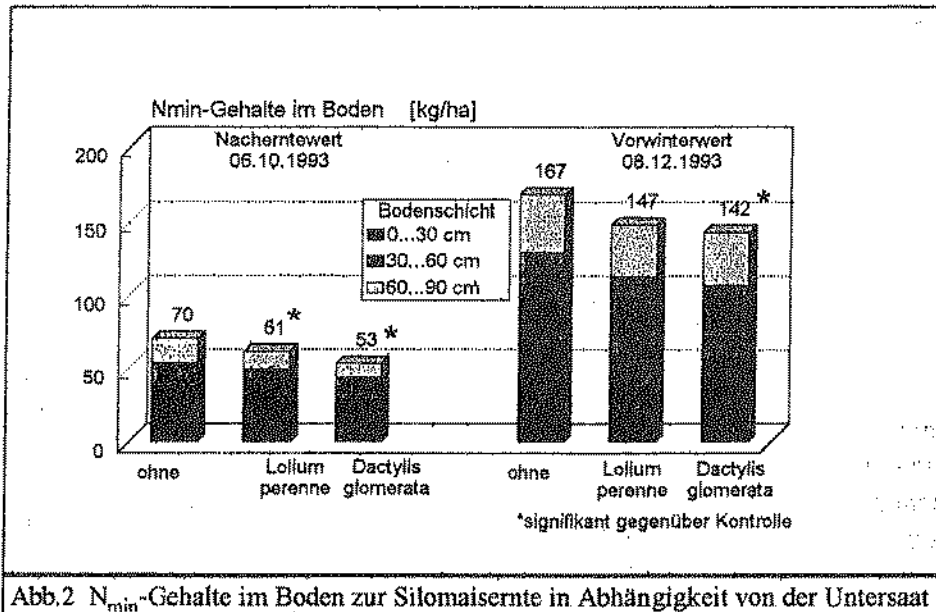


Abb.2 N_{min}-Gehalte im Boden zur Silomaisерnte in Abhängigkeit von der Untersaat

nur der N_{min}-Gehalt in der oberen Bodenschicht (0...30 cm): Bei frühem Saattermin der Gräser auf 69% und bei spätem Termin auf 82% des Niveaus ohne Untersaat.

Im Frühjahr 1994 wiesen alle Flächen (einschließlich der Kontrolle) nur geringe N_{min}-Gehalte in 0...90cm von < 30 kg/ha auf.

Schlussfolgerungen

- Silomais kann auf Untersaaten mit Dactylis glomerata mit signifikanten Mindererträgen von 4% reagieren.
- Lolium perenne und Dactylis glomerata etablieren sich unter Silomais und tolerieren die Beschattung. Mit dem Rispenschieben von Silomais und einer dann erreichten Lichtinterzeption von > 80% stagniert das Graswachstum unter Maisbeständen.
- Grasuntersaaten bewirken eine reduzierte N-Aufnahme bei Silomais. Folglich können sie in Konkurrenz zum Silomais einen Teil des pflanzenverfügbaren Bodenstickstoffs bei gesicherter Wasserversorgung aufnehmen.
- Bei spätem Sättermin ist die Trockenmassebildung beider Gräser bis zur Silomaisерnte mit nur 7...8 dt/ha und die N-Aufnahme im Grasaufwuchs mit 15...18 kg/ha gering. Bei annähernd gleicher N-Aufnahme der Gräser deuten die Unterschiede zwischen den Grasarten bezüglich des N-Entzuges (Silomais) und des N_{min}-Gehalts im Boden nach der Maisernte auf ein stärker ausgeprägtes Wurzelsystem oder eine bessere Toleranz gegenüber Lichtmangel bei Dactylis glomerata hin.
- Untersaaten mit Lolium perenne und Dactylis glomerata mindern die N-Restmengen im Boden nach der Silomaisерnte um 9 bzw. 17 kg/ha. Sie vermögen im Vergleich zu brachgefallenen Flächen die vorwinterlichen N_{min}-Mengen in der Bodenschicht von 0...90 cm um 20 bzw. 25 kg/ha zu reduzieren, womit aber bei hohen N-Restmengen noch kein ausreichender Schutz vor winterlicher Nitratverlagerung besteht.
- Gelungene Untersaaten mit Dactylis glomerata und Lolium perenne bieten die Möglichkeit, Flächen in begrünzte Rotationsbrache zu überführen.

Literatur

ACKERMANN, R. u. UNGER, J., 1994: Bestellung auch im Maisbestand. Bauernzeitung 35, H. 20, 34-35
 BERNHARDT, H., 1994: Zwischenfrucht kontra Körnermais. Bauernzeitung 35, H. 13, 30-31
 KAUSMANN, B. u. SCHIEWER, U., 1989: Funktionelle Morphologie und Anatomie der Pflanzen. 1. Aufl.- Jena: Gustav Fischer Verlag, 465 S.
 PICKERT, J., 1994: Untersaaten in Mais - Möglichkeiten und Grenzen. Neue Landwirtschaft/ Feldwirtschaft 5/35, H. 5, 42-44

STEMANN, G. u. LÜTKE ENTRUP, 1990: Maisanbau mit Gras-Untersaaten. - Mais 18, H. 2, 1-6
 WEBER, E. u. BLEIHOLDER, H., 1990: Erläuterungen zu den BBCH-Dezimal-Codes für die Entwicklungsstadien von Mais, Raps, Faba-Bohne, Sonnenblume und Erbse mit Abbildungen. Gesunde Pflanzen (Sonderdruck) 42, 1-31
 WENKEL, K.-O., NEUMEYER, M., SCHIRACH, F., 1988: Neue Möglichkeiten für die Beregnungssteuerung mit Hilfe des BC-Projektes BEREST. Feldwirtschaft 29, 197-200

Schätzung der Verdaulichkeit von Grundfutter mittels reflexions- spektroskopischer Messungen am Kot von Wiederkäuern

Chr. Paul, L. Schmidt und F. Weißbach*

1. Einleitung

Im Kot von Wiederkäuern finden sich neben dem unverdauten Anteil von Mikroorganismen und endogenen Ausscheidungen aus dem Verdauungstrakt die unverdaulichen Bestandteile des aufgenommenen Futters (JARRIGE 1965, MASON 1969). Seit langem bemüht man sich um die Klärung der Frage, welche physiologischen und inhaltsstofflichen Zusammenhänge zwischen Futtermitteln und dem daraus resultierenden Kot bestehen. Aufgrund der dabei gesammelten Erkenntnisse sind verschiedene methodische Ansätze entstanden, von Kotuntersuchungen auf die Qualität des aufgenommenen Futters rückzuschließen (vgl. SCHMIDT 1991). Nach neuesten Hinweisen kann auf diesem Wege auch die Nahinfrarotspektroskopie zur Futterwertschätzung für das von Weidetieren aufgenommene Futter genutzt werden (LYONS und STUTH 1992). Dadurch angeregt, werden nachfolgend die spektrochemischen Grundlagen und die Genauigkeit dieser Form der Futterwertschätzung an einem umfassenden Material mit bekannter Verdaulichkeit (in vivo) mit dem Ziel eines späteren Einsatzes für die Kontrolle von Weideverfahren erkundet.

2. Material und Methoden

2.1 Verdaulichkeitsbestimmung

Die Bestimmung der Verdaulichkeit in vivo erfolgte konventionell in standardisierten Bilanzversuchen mit Hammeln ($n=4$) bzw. Rindern ($n=2$) an insgesamt 172 Grundfuttermitteln größter Diversität in der Zeit von 1980 bis 1990 im früheren Oskar-Kellner-Institut für Tierernährung in Rostock (OKI). 7 Weideaufwüchse wurden 1992/1993 in der FAL in Bilanzversuchen mit Hammeln geprüft.

2.2. NIRS

2.2.1 NIRS-Messungen

Die NIRS-Messungen an getrockneten, gemahlten Futter- und Kotproben erfolgten auf dem Gerätetyp 6500 der Fa. NIRSystems in einfacher Meßwiederholung, wobei 700 Meßwerte über den Spektralbereich von 1100 bis 2500nm in die Auswertungen einbezogen wurden.

2.2.2. NIRS-Kalibrierung/-Validierung

Die Darstellung und Transformation der NIRS-Meßwerte erfolgte mit Rechenprogrammen der Fa. Infracore International (Anonym 1992). Für die Modellbildung (Kalibrierung) an 68 selektierten Kotproben (44 Hammel- und 24 Rinderkotproben) wurde ausschließlich die kombinierte Datentransformation nach Standardnormalverteilung und Basislinienkompensation (SNV-BLK) in Verbindung mit der Regressionsanalyse nach Modifizierter-Partieller-Kleinste-Quadratmethode (MPLS) verwendet. Die MPLS-Analyse ist eine Spezialform der Faktoranalyse und diente hier dazu, die 700 erfaßten, miteinander z.T. hochkorrelierten NIRS-Meßwerte in 6 unkorrelierte Faktoren linear zu transformieren und für die Regressionsanalyse bereitzustellen. Bei der Überprüfung des solchermaßen entstandenen Modells wurden in der Validierung neben dem Bestimmtheitsmaß die beiden Komponenten des Standardschätzfehlers in Form des zufälligen

* Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig-Völkenrode

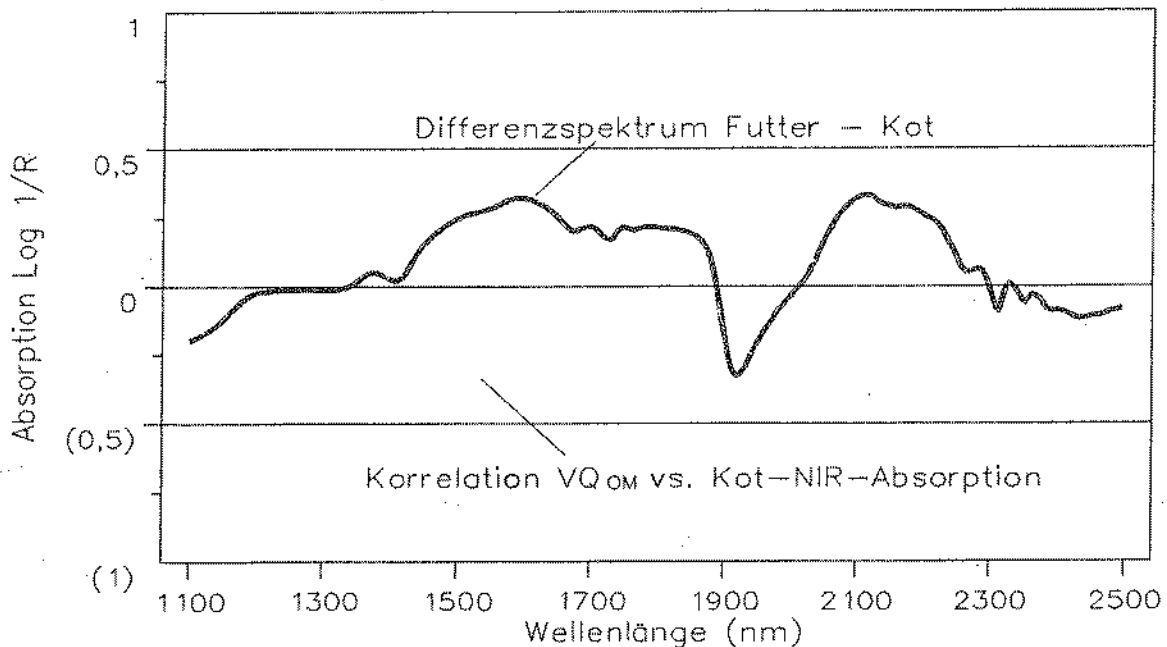
Standardschätzfehlers (SEP(C)) und des systematischen Fehlers (Bias) als Kriterien der Schätzgenauigkeit herangezogen. Die Validierung schloß neben den o.a. Kalibrierungsproben noch weitere 32 Kotproben aus Fütterungsversuchen an Rindern (n=32) und Hammeln (n=72) aus dem OKI und 7 Kotproben aus der FAL ein.

3. Diskussion der Ergebnisse

3.1 NIR-Spektren

Die Betrachtung der überlagerten NIR-Spektren orthogonal vergleichbarer Futter- und Kotproben zeigt die konzentrationsabhängigen Absorptionsbanden aus OH-, NH- und CH-Bindungen der in den Proben enthaltenen Inhaltsstoffe, wobei die OH-Banden bei 1450nm und 1920nm bedingt durch die hohe Absorptivität des Restwassergehalts eindeutige Maxima aufweisen. Besonders auffällige Differenzen zwischen Futter- und Kotspektren treten in den Bereichen zwischen 1430 und 1880nm, um 1920 und zwischen 1980 und 2250nm in Erscheinung. Einfachkorrelationen zwischen der Futterverdaulichkeit und der NIR-Absorption des Kotes erreichen maximale positive r-Koeffizienten von etwa 0.75 bei 1310nm und 2298nm, d.h. bemerkenswerterweise in Spektralbereichen, die durch minimale Abweichungen zwischen Kot und Futter gekennzeichnet sind (Abb.1). Entsprechende maximale negative r-Koeffizienten treten aber bei den Wellenlängen 1452nm und 2106nm auf, d.h. in Spektralbereichen mit hohen Abweichungen zwischen Kot- und Futterabsorptionswerten.

Abb. 1
Differenzspektrum Futter – Kot und Korrelationsdiagramm für Futterverdaulichkeit vs Kot-NIR-Absorption nach Spektrennormierung (SNV-BLK)



Die in dem Kalibrierungsprobensatz aus 68 Kotproben berechneten und in die Regression einbezogenen 6 MPLS-Faktoren repräsentieren die faktoranalytisch definierten Einflußgrößen der NIRS-Kotuntersuchung auf die Zielgröße Futterverdaulichkeit und bilden jeweils separate spektrochemische Einheiten. Die Ladungen der einzelnen Faktoren zeigen Absorptionscharakteristika, die mit Lipiden und Proteinfractionen aus dem Futter oder mikrobiellen Ausscheidungen aus dem

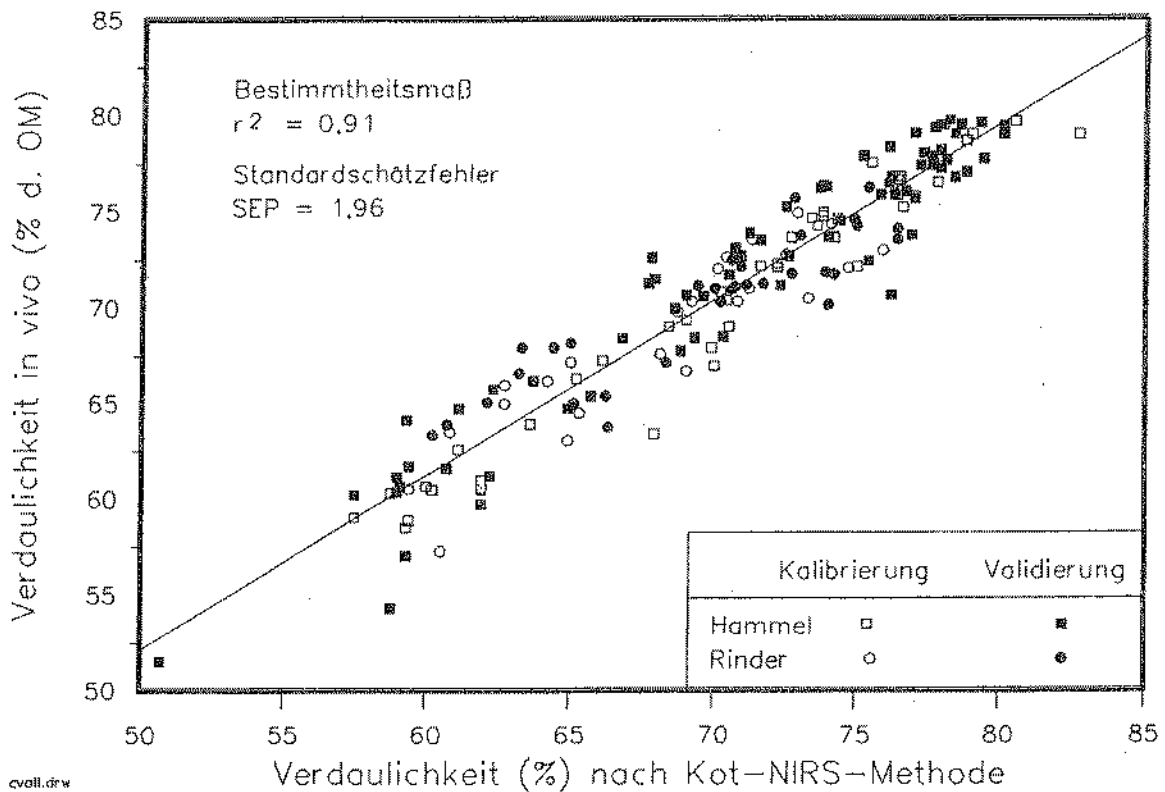
Verdauungstrakt in Verbindung gebracht werden können. Daneben treten aber auch hohe Faktorladungen im OH-Kombinationsbandenbereich um 1900nm in Erscheinung, die andeuten, daß hydroxylgruppenhaltige Substanzen eine funktionelle Bedeutung für die Kot-NIRS-Methode besitzen.

3.2 Schätzgenauigkeit für Futtermittelveerdaulichkeit

Die aus NIRS-Untersuchungen an Hammel- und Rinderkot geschätzten Verdaulichkeitswerte befinden sich in sehr guter Übereinstimmung mit den im Fütterungsversuch ermittelten Werten. In Abb.2 sind die entsprechenden Ergebnisse getrennt nach Tierarten für Kalibrierung bzw. Validierung ausgewiesen.

Abb. 2

Schätzgenauigkeit der Kot-NIRS-Methode für Futtermittelveerdaulichkeit



Differenzierungen in der Schätzgenauigkeit zwischen Futterartengruppen wurden nicht beobachtet; hingegen trat in Verbindung mit der erniedrigten Reproduzierbarkeit der hier herangezogenen Fütterungsversuche an Rindern eine deutlich höhere Schätzgenauigkeit für Hammel als für Rinder auf. In unabhängiger Prüfung an Grünfutterproben aus FAL-Weideversuchen mit bekannter in-vivo-Verdaulichkeit ergab sich ein sehr niedriger Standardschätzfehler von unter 2% Verdaulichkeit. Damit bestätigt die hier ermittelte hohe Schätzgenauigkeit die Auffassung von LYONS und STUTH (1992), derzufolge die Kot-NIRS-Methode eine hohe analytische Zuverlässigkeit besitzt und für die Bewertung des von Weidetieren aufgenommenen Futters eingesetzt werden kann.

4. Schlußfolgerungen

Im Bereich der Nah-Infrarot-Strahlung besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Verdaulichkeit des von Wiederkäuern aufgenommenen Futters und der Absorptionsintensität des daraus resultierenden Kotes. Auf dieser Grundlage ist eine neue Methode der Futterwertschätzung entwickelt worden. Mit dieser sogenannten Kot-NIRS-Methode sind folgende Vorteile verbunden:

- Unkompliziertheit der Beprobung
- Repräsentativität der Probenahme
- Allgemeingültigkeit unabhängig von Futter- und Tierarten
- Niedrige Untersuchungskosten

5. Literatur

- Anonym, 1992: Handbook on routine operation and calibration software for near infrared instruments (vers. 3.00), Infrasoft International, Perstorp Analytical Inc. Marketing.
- JARRIGE, R., 1965: The composition of sheep faeces and its relation to forage digestibility. Proc. IX Intern. Grassland Congr. Sao Paulo, 809-814
- LYONS, R.K. and STUTH, J.W., 1992: Fecal NIRS equations for predicting diet quality of free ranging cattle. J.Range Manage. 45, 238-244
- MASON, V.C., 1969: Some observations on the distribution and origin of nitrogen in sheep faeces. J. Agric. Sci. 73, 99-106
- SCHMIDT, L., 1991: Eine Möglichkeit zur Schätzung der Verdaulichkeit von aufgenommenem Weidefutter, Vortrag AG Grünland 29.-31.8.1991, Bad Hersfeld

Veränderung des Gehaltes an wertbestimmenden Inhaltsstoffen in gleichaltrigen Organen des Deutschen und Welschen Weidelgrases

Nicole Haag¹, R. Wulfes¹, F. Taube², A. Kornher¹

1. Einleitung und Problemstellung

Die Veränderung der Qualität von Gräserbeständen hängt von den Komponenten Blatt und Stengel ab. Hierbei sind sowohl deren qualitative Veränderung als auch deren relative Ertragsanteile am Gesamtbestand von Bedeutung (Terry and Tilley, 1964; Kühbauch und Voigtländer, 1979).

Bei der Beurteilung des Einflusses einzelner Organe auf die Qualität des Gesamtbestandes sind sowohl die Veränderungen der Qualität einzelner Organe (z. B. einzelner Blätter) als auch die relativen Ertragsanteile und das unterschiedliche Alter von Bedeutung. Wilman und Altimimi (1982) konnten bei Verdaulichkeitsuntersuchungen einzelner Fraktionen von Deutschem und Welschem Weidelgras feststellen, daß nach dem Ährenschieben mit zunehmendem Alter die Verdaulichkeit der Stengel schneller abnimmt als die der Blätter. Innerhalb dieser Pflanzenorgane wurden bedeutende Unterschiede gefunden, so daß die Abnahme der Verdaulichkeit der ganzen Pflanze den verschiedenen Pflanzenteilen zugeschrieben wurden, die zwischen Ährenschieben und Samenreife an Verdaulichkeit verloren. Es fehlen diesbezüglich detaillierte Untersuchungen mit hoher zeitlicher Auflösung. Für den vorliegenden Versuch ergeben sich somit folgende Versuchsfragen:

1. Wie verändert sich die Qualität einzelner Organe gleichen Alters im 1. Aufwuchs von Vegetationsbeginn bis zur Blüte?
2. Welchen Einfluß hat das Alter dieser Organe auf die Qualitätsveränderung?
3. Gibt es genotypische Unterschiede?

2. Material und Methoden

Der Feldversuch wurde 1991 als Blockanlage mit 3 Wiederholungen auf dem Versuchsgut Schaedtbek bei Kiel angelegt. Bei der Bodenart handelt es sich um sandigen Lehm mit 48-50Bodenpunkten. Der Bodentyp kann als Parabraunerde beschrieben werden. Zur Untersuchung kamen das Deutsche Weidelgras (Gremie) und das Welsche Weidelgras (Lema). Die Probennahme erfolgte in einem Frühjahrsaufwuchs von Vegetationsbeginn (Ende März) 2x wöchentlich bis zur Blüte der Bestände (Mitte Juni). Die Proben wurden nach einzelnen Organen gleichen Alters fraktioniert. Bei den Blättern waren dies: 1. Blatt (jüngstes sich entwickelndes Blatt und jüngste voll entwickelte Blattspreite), 2. Blatt (zweitjüngste vollentwickelte Blattspreite) usw. Die Stengel wurden aufgeteilt in: oberstes Halmglied (oH, jüngster Stengelabschnitt), 1. Internodium (jüngstes Internodium), usw., unterstes Halmglied (uH, ältester Stengelabschnitt) und Ähre. Nach der Gefriertrocknung des Materials erfolgte die Bestimmung des Gesamt N-Gehaltes (Kjeldahl) und der Verdaulichkeit der organischen Substanz (Friedel und Poppe, 1990) nach dem NIRS-Verfahren (Windham et al., 1989).

¹ Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Holzkoppelweg 2, 24118 Kiel

² Fachbereich Landbau der Fachhochschule Kiel, Am Kamp 11, 24783 Osterrönfeld

3. Ergebnisse

In der Abbildung 1 sind die Veränderungen der TM-Ertragsanteile, des Rp-Gehaltes und der Verdaulichkeit der einzelnen Organe für das Deutsche Weidelgras dargestellt. Bei der Betrachtung der TM-Ertragsverteilung der Organe (Abb. 1a) zeigt sich, daß mit zunehmender Entwicklung der Pflanze die relativen Ertragsanteile der Blätter am Gesamtbestand abnehmen. Dies gilt besonders für das jüngste (1. Blatt) und zweitjüngste Blatt (2. Blatt). Die älteren Blätter weisen geringere Veränderungen auf. Nach dem Ährenschieben nähern sich alle Blätter einem konstanten Niveau. Die Entwicklung der TM-Ertragsanteile der Stengelabschnitte macht ebenfalls den Einfluß des Ährenschiebens deutlich. Bis zum Ährenschieben treten die stärksten Veränderungen in den Ertragsanteilen auf, danach steigt nur noch der Anteil der Ähre, während alle anderen Stengelabschnitte auf einem konstanten Niveau bleiben.

In Abbildung 2 sind die beiden Qualitätsparameter der einzelnen Organe des Deutschen und Welschen Weidelgrases im Mittel der Untersuchungsperiode als Niveauvergleich dargestellt. Daraus wird sowohl bei den Blättern als auch bei den Stengelabschnitten ein deutlicher Abfall im Rp-Gehaltsniveau vom jüngsten zum ältesten Organ erkennbar. Im Vergleich zu den Blattfraktionen treten allerdings zwischen den einzelnen Internodien im Mittel des Untersuchungszeitraumes nur geringe Unterschiede im Rp-Gehaltsniveau auf. Lediglich das obere Halmglied und die Ähre weisen deutlich höhere Rp-Gehalte von 10 - 12 % auf. Das Welsche Weidelgras erreicht im Mittel ca. 2% niedrigere Rp-Gehalte in allen Organen als das Deutsche Weidelgras. Im Aufwuchsverlauf nimmt der Rp-Gehalt stärker bei den älteren Blättern ab. Die jüngeren Blätter halten infolge der Blattneubildung und der damit verbundenen N-Translokation ein höheres Niveau bis nach dem Ährenschieben (Abb. 1b). In allen Stengelabschnitten treten im Vergleich zu den Blattfraktionen nur geringe Veränderungen im Rp-Gehalt auf.

Die Verdaulichkeit der einzelnen Fraktionen sinkt im Mittel des Untersuchungszeitraumes innerhalb der Organe der Blätter und Stengel vom jüngeren zum älteren ab. Dieser Abfall ist bei den Stengelabschnitten stärker ausgeprägt als bei den Blättern (Abb. 2). Im Zuwachsverlauf kann in allen Blattaltersklassen ein gleichbleibend hohes Niveau der Verdaulichkeit infolge der ständigen Blattneubildung bis Beginn des Ährenschiebens gehalten werden (Abb. 1c) Erst mit Beginn des Ährenschiebens weisen die älteren Blätter, besonders bei dem Deutschen Weidelgras einen rapiden Rückgang der Verdaulichkeit auf, während die Verdaulichkeit der jüngeren Blätter eher verhalten abnimmt. Der Verdaulichkeitsabfall der einzelnen Stengelabschnitte verläuft dagegen nahezu parallel.

4. Zusammenfassung

Organe unterschiedlicher Altersklassen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Qualität sowohl im Niveau als auch in ihrer Qualitätsveränderung während des Aufwuchses. Das Qualitätsniveau sinkt vom jüngeren zum älteren Organ ab. Die Qualität von Blättern gleicher Altersklassen verändert sich stärker bei älteren Blättern als bei jüngeren. Deutliche Qualitätsabnahmen treten erst nach dem Ährenschieben ein, verstärkt bei den älteren Blättern. Einzelne Stengelabschnitte unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Qualitätseigenschaften mehr im Niveau als in unterschiedlichen Veränderungsrate während des Aufwuchses. Genotypische Unterschiede zeigen sich in unterschiedlichen Niveaus der einzelnen Organe, weniger in unterschiedlichen Veränderungen im Zeitablauf.

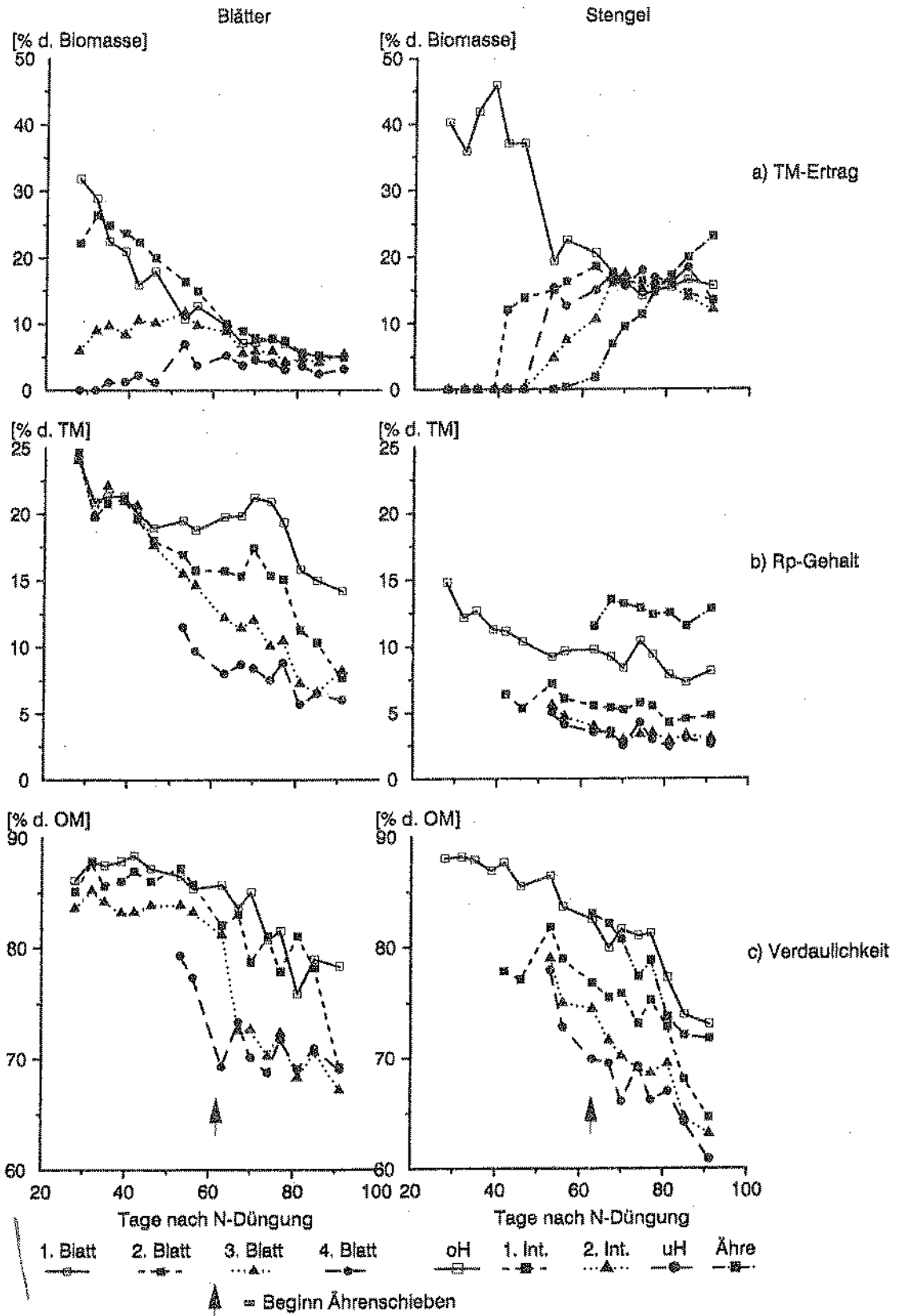


Abbildung 1: Veränderung der TM-Ertragsanteile (a), des Rp-Gehaltes (b) und der Verdaulichkeit der organischen Substanz (c) in einzelnen Organen des Deutschen Weidelgrases während des 1. Aufwuchses

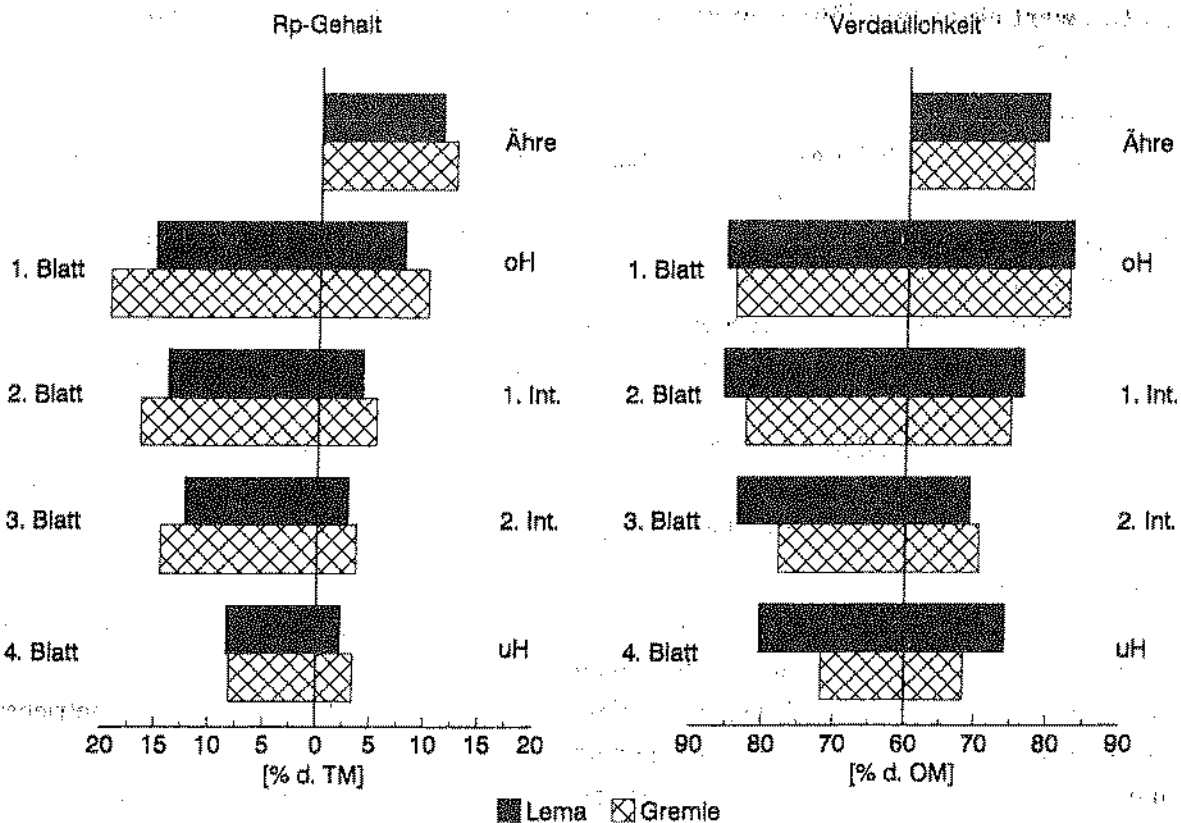


Abbildung 2: Einfluß des Genotypes auf Rp-Gehalt und Verdaulichkeit einzelner Organe (Mittel des Aufwuchses)

5. Literatur

- Friedel, K. und S. Poppe, 1990: Ein modifiziertes Zellulaseverfahren als Methode zur Schätzung der Verdaulichkeit von Grobfutter. G4-Bericht, WPU Rostock, WB Tierernährung, 150 pp.
- Kühbauch, W. und G. Voigtländer, 1979: Veränderung des Zellinhalts, der Zellwandzusammensetzung und der Verdaulichkeit von Knaulgras (*Dactylis glomerata* L.). Z. Acker- und Pflanzenbau 148, 455 - 466.
- Terry, R. A. and J. M. A. Tilley, 1964: The digestibility of the leaves and stems of perennial ryegrass, cocksfoot, timothy, tall fescue, lucerne and sainfoin as measured by an in vitro technique. J. Br. Grassl. Soc. 19, 363 - 373.
- Wilman, D. and M. A. K. Altimimi, 1982: The digestibility and chemical composition of plant parts in Italian and Perennial ryegrass during primary growth. J. Sci. Fd. Agric. 33, 595 - 602.
- Windham, W. R., D. R. Mertens and F. E. Barton II, 1989: 1. Protocol for NIRS calibration: Sample selection and equation development and validation. Agricultural Handbook 643, 96 - 103.

Futterwert eines langjährig ungedüngten Grünlandbestandes der Brackmarsch

J. Müller *

Problemstellung

Für betriebswirtschaftliche Analysen werden im Gebiet der Wesermarsch, wo 30.000 ha Grünland im Landschaftsrahmenplan als für den Naturschutz wertvoll ausgewiesen sind, detaillierte und zuverlässige Informationen zum Futterwert von ungedüngten Aufwüchsen benötigt.

Naturschutzaufgaben, in denen eine starke Reduzierung bzw. der völlige Verzicht auf Stickstoffdünger eine wesentliche Komponente des vorgeschriebenen Bewirtschaftungsregimes darstellt, werden zwangsläufig Veränderungen in der botanischen Zusammensetzung der Narben (TESCH, 1992) und somit auch des Futterwertes nach sich ziehen.

Daher sind für den Standorttyp der Knickigen Brackmarsch zunächst vegetationsbezogene Daten des Futterwertes von intensiv bewirtschafteten sowie von langjährig extensiv geführten Grünlandbeständen am Tier zu ermitteln und mit verfügbaren Schätzwerten zu vergleichen.

Material und Methoden

Auf dem Versuchsbetrieb Infeld der Landwirtschaftskammer Weser-Ems existiert eine Fläche, die seit Bestehen der Versuchsstation weder umgebrochen noch gedüngt wurde.

In unmittelbarer Nachbarschaft, nur durch einen Graben getrennt, befindet sich eine betriebsüblich bewirtschaftete Neuansaat gleichen bodengenetischen Ursprungs.

In diesem ersten Versuch sind beide Flächen zu einem betriebsüblich frühen Zeitpunkt (20.05.) gemäht worden. Dies entspricht durchaus der Praxis, da ein Aussparen der zumeist kleinen, in der Regel vernähten und daher extensiv bewirtschafteten Splitterflächen vom ersten Siloschnitt umständlich ist.

Versuchsdurchführung:

- Auswahl zweier unterschiedlich geführter Grünlandnarben auf benachbarten Flächen
- Botanische Flächenaufnahme am 12.05.92
- Schnitt und Probenahme für Qualitätsanalyse des Ausgangsmaterials am 20.05.92
- Vorwelken und Wickeln von Rundballen zur Silierung (22.05.92)
- Beprobung der Ballensilage sowie Analyse der Gärqualität und der Roh Nährstoffe (Weender)
- Durchführung eines Hammeltestes zur Bestimmung der realen Verdaulichkeit der Roh Nährstoffe (in-vivo-Futterwert)
- Versuchsauswertung

Ergebnisse

Botanische Zusammensetzung

Aus Gründen der besseren Vergleichbarkeit mit den chemischen Parametern wurde die Bestandesaufnahme als Ertragsanteilschätzung und nicht, wie bei einer rein botanischen Fragestellung üblich, als Deckungsgradschätzung vorgenommen.

* Landwirtschaftskammer Weser-Ems, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenschutz

Tabelle 1: Ergebnisse der Bestandesaufnahme

Pflanzenart	FWZ	Ertragsanteil in %	
		alte Dauernarbe	Neuansaat
<u>Gräser</u>		70	85
<i>Alopecurus pratensis</i>	7	53	1
<i>Lolium perenne</i>	8	7	40
<i>Phleum pratense</i>	8	2	40
<i>Alopecurus geniculatus</i>	(4)	2	1
<i>Festuca pratensis</i>	8	+	-
<i>Agrostis ssp.</i>	(7)	2	1
<i>Poa trivialis</i>	7	3	+
<i>Poa pratensis</i>	8	+	1
<i>Poa annua</i>	5	+	+
<i>Agropyron repens</i>	6	+	1
<u>Kräuter</u>		20	14
<i>Ranunculus repens</i>	2	4	9
<i>Ranunculus acer</i>	-1	4	-
<i>Rumex acetosa</i>	4	1	-
<i>Taraxacum officinale</i>	5	5	3
<i>Leontodon ssp.</i>	5	+	-
<i>Bellis perennis</i>	2	1	-
<i>Achillea millefolium</i>	5	1	-
<i>Cerastium holosteoides</i>	3	1	-
<i>Stellaria media</i>	(3)	-	1
sonstige		2	1
<u>Lecuminosen</u>		10	1
<i>Trifolium repens</i>	8	9	1
<i>Trifolium pratense</i>	7	1	-
Bestandeswertzahl (nach FWZ)		6,5	7,3

Chemische Parameter des Futterwertes

Der entschieden höhere Trockensubstanzgehalt der ertragsschwachen Altnarbe (Tab. 2) erklärt sich aus der geringeren Schwaddichte bei gleicher Feldliegezeit.

Tab. 2: Futterwert der Ballensilagen (Weender) sowie Schätzungen der Energiekonzentration auf Basis der Rohnährstoffe

Parameter	ungedüngte Dauernarbe	Neuansaat (260 kg N)
TS-Gehalt	56,4 %	35,1 %
Rohasche [g/kg TM]	108	136
Rohprotein [g/kg TM]	162	176
Rohfett [g/kg TM]	30	36
Rohfaser [g/kg TM]	277	286
NFE [g/kg TM]	423	366
Energiekonzentration		
[MJ NEL/kg Trockenmasse]		
- nach Weißbach	5,97	5,58
- nach Seibold	6,06	5,68
- nach DLG-Tabelle	6,26	6,16
- nach in-vivo-VD (Referenz)	5,37	5,78

In-vivo-Futterwert

Wie in der Tabelle 3 ersichtlich, ist die Neuansaat der Altnarbe in der Verdaulichkeit der organischen Masse deutlich überlegen.

Tab. 3: In-vivo-Verdaulichkeit der Rohnährstoffe

(Ergebnisse des Hammeltests, Verdauungskoeffizienten in %)

Herkunft der Grassilage	Tieranzahl (n)	Trocken-substanz	Organische Substanz	Rohfaser	NFE	Rohprotein
ungedüngte Dauernarbe (Standardabweichung)	10	62,8 (1,29)	67,5 (1,37)	72,2 (2,93)	67,6 (1,93)	64,2 (1,71)
Neuansaat 260 kg N (Standardabweichung)	9	65,2 (1,48)	73,4 (1,50)	81,7 (1,42)	71,0 (1,75)	68,4 (1,88)

Diskussion und Schlussfolgerungen

Insbesondere die Tabellenwerte, aber auch die Schätzungen auf Basis der Rohnährstoffe, welche im wesentlichen auf der negativen Korrelation von Energiegehalt und dem Gehalt an Rohfaser basieren, überschätzten im vorliegenden Versuch den am Tier ermittelten Futterwert der Altnarbe. Erwartungsgemäß waren die Schätzwerte im Falle der Neuansaat genauer, da ähnliche Bestände auch in größerer Zahl die Grundlage der Eichungen von Schätzgleichungen bilden.

In etlichen Untersuchungen der Landwirtschaftskammer Weser-Ems zur Futterqualität von Extensivaufwüchsen im Rahmen der Grünlandreifepfung lieferte die Bewertungsmethode nach WEISSBACH (1992) über die Berechnung der umsetzbaren Energie durchaus plausible und mit den Erfahrungen übereinstimmende Werte. Dabei handelte es sich jedoch, verglichen mit dieser Untersuchung, um weidelgrasreichere, botanisch weniger divergierende Pflanzenbestände. Eine stärkere Differenzierung von Schätzgleichungen und Tabellen nach typischen Pflanzenbeständen erscheint daher erforderlich. Eine einfache Aufteilung nach Krautanteilen im Aufwuchs ohne Differenzierung von Bestandestypen würde aller Wahrscheinlichkeit nach auch nicht die gewünschte Genauigkeit sichern können, da der relativ hohen Wertschätzung von Kräutern in schweizerischen und süddeutschen Untersuchungen (BRIEMLE 1993) konträre

Ergebnisse norddeutscher Erhebungen (BUSKE ET AL. 1993) gegenüberstehen. Neben der im Vergleich zu den Gräsern noch größeren Spreizung des Futterwertes unter den Kräuterarten zeichnet sich auch ein beachtlicher Einfluß der Standortfaktoren auf die Ausprägung qualitätsbestimmender Eigenschaften einer Art ab (BUSKE ET AL. 1993). Beides erklärt in gewisser Weise die regional unterschiedlichen Ergebnisse und spricht für die vorgeschlagene Einteilung nach Bestandestypen, die sowohl den Einfluß der dominanten Arten als auch Standortspezifika berücksichtigen könnten.

Bemerkenswerterweise vermochte die mit vielen Unzulänglichkeiten behaftete Methode der Bestandeswertzahl die gegebenen Verhältnisse des Futterwertes tendentiell widerzuspiegeln, ohne natürlich verwertbare Aussagen zum Energiegehalt liefern zu können. Die Ursache dafür dürfte in der Abwertung futterbaulich minderwertiger Kräuter liegen, welche nach der Weender-Analyse einen höheren Nährwert vortäuschen.

Welchen Anteil der 4%ige Besatz des Altnarbenaufwuchses mit dem als giftig geltenden Scharfen Hahnenfußes (*Ranunculus acer*) an dessen geringer Verdaulichkeit konkret hat, kann nicht definitiv beurteilt werden. Völlig auszuschließen ist eine latente, über die Beeinträchtigung der Tiergesundheit induzierte Verdauungsineffizienz offenbar nicht.

Für die typischen Grünlandstandorte der küstennahen Brackmarschen Nordwestdeutschlands wird die Bedeutung des Wiesenfuchsschwanzes im Zuge extensiverer Produktionsverfahren wachsen. Weiteren Untersuchungen soll es vorbehalten sein zu ergründen, ob der vorgefundene geringe Nährwert auf die Präsenz von *Ranunculus acer* zurückzuführen ist oder aber, wie RODE (1986) folgert, der in-vivo-Futterwert des Wiesenfuchsschwanzes (*Alopecurus pratensis*) in der Tat schlechter ist, als es dessen chemischen Parameter glauben machen.

LITERATUR :

- BRIEMLE, G. (1993): Soviel Kräuter darf ihr Grünland haben. DLZ, 5/93, S. 48-51
- BUSKE, F., BOCKHOLT, R. und FRIEDEL, K. (1993): Bewertung von Wildpflanzen der Niedermoore. Tagungsband AG Grünland und Futterbau der GfP Husum 1993, Bredstedt 1993
- DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 1991. 6. Aufl., DLG-Verlag, Frankfurt/Main
- KLAPP, E., BOEKER, P., KÖNIG, F. und STÄHLIN, A. (1953): Wertzahlen der Grünlandpflanzen. Das Grünland, 2: S. 38-40 (Beilage zu "Der Tierzüchter" 5); zit. in KLAPP (1971) "Wiesen und Weiden", Verlag Paul Parey, 4. Auflage, S. 105-108
- RODE, L.M. (1986): Inhibitory effect of meadow foxtail on the growth of steers. Canad. Journ. Anim. Sci., 66, S. 303-305
- SCHEMANN, R. (1981): Methodische Richtlinien zur Durchführung von Verdauungsversuchen für die Futterwertschätzung. Archiv Tierernährung, 31, S. 1-19
- TESCH, A. (1992): Grundlagen und Bedingungen der Feuchtgrünlandextensivierung aus vegetationskundlicher Sicht. Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung 33, S. 169-177
- WEIßBACH, F. (1992): Gleichungen zur Ermittlung von ME. persönliche Mitteilung

Zum Trocknungsverlauf von Futterpflanzen bei unterschiedlichen atmosphärischen Bedingungen

Susanne Stoffel, Rita Kammerl und Uwe Simon *

Einleitung

Zur Erzeugung qualitativ hochwertigen Winterfutters ist es erforderlich, witterungsbedingte Futterwertminderungen während der Feldtrocknungszeit zu minimieren. Der Verlauf der Trocknung wird entscheidend durch die meteorologischen Bedingungen, aber auch durch Zusammensetzung und Alter des Pflanzenbestandes bestimmt. In einigen Arbeiten (AGENA et al., 1968; VAN EIMERN und SPATZ, 1968; SPATZ et al., 1970) werden die klimatischen Voraussetzungen unterschiedlicher Standorte bezüglich ihrer Eignung für die Trocknung bewertet, indem die Zahl der für die Konservierung geeigneten Schnitt- und Einfuhrtage angegeben wird. Zudem wurde für gegebene Standorte die notwendige Summe an Wasserdampf-Sättigungsdefizit errechnet, die erforderlich ist, um das Erntegut einer Mähweide auf einen je nach Konservierungsverfahren angestrebten Wassergehalt vorzutrocknen. SPATZ et al. (1970) berücksichtigten dabei auch den Einfluß des Pflanzenalters auf den Trocknungsverlauf.

In vorliegender Untersuchung sollte der Trocknungsverlauf von Gräserarten und -sorten zu verschiedenen Ernteterminen und somit unterschiedlichen atmosphärischen Bedingungen ermittelt werden. Dabei war zu klären, inwieweit sich die Beschreibung des Abtrocknungsverlaufes in Abhängigkeit von meteorologischen Faktoren eignet, um Unterschiede im Trocknungsverhalten zwischen einzelnen Gräsern aufzuzeigen.

Material und Methoden

Sechs Gräserarten und -sorten wurden 1992 im Primäraufwuchs während der Zeit vom 12.5. bis 12.6. unter Freilandbedingungen wöchentlich auf ihre Trocknungseignung geprüft (Tab. 1). Ab einem Mindestertrag von 25 dt T/ha wurde von einer jeweils 1800 m² großen Fläche zu jedem Termin ein Teilstück von 6 m x 30 m gemäht und Wuchsstadium, Ertrag und Wassergehalt der Erntemasse festgestellt. Das Mähgut wurde nach dem Schnitt gezettet und einheitlich mehrmals täglich gewendet; ein Nachtschwad erfolgte nicht. Der Trocknungsverlauf der einzelnen Arten und Sorten wurde während der trockenungsfähigen Zeit (vgl. SPATZ et al., 1970) zu festgelegten Intervallen um 10, 13, 16 und 19 Uhr MESZ bis zum Erreichen lagerfähigen Heus von ca. 20% Wassergehalt bzw. maximal 5 Tage lang ermittelt. Zu jedem Termin wurden von jeder Mähfläche Proben in dreifacher Wiederholung gezogen und bei 105° C der Trockensubstanzgehalt bestimmt. Durch eine direkt am Versuchsfeld stationierte elektronische Wetterstation wurden stündlich die Temperatur und relative Feuchte der Luft in 2 m und 5 cm über dem Boden sowie die Globalstrahlung, Windgeschwindigkeit und Niederschlagsmenge erfaßt. Das Sättigungsdefizit der Luft wurde aus der Temperatur und relativen Feuchte errechnet (vgl. VAN EIMERN und HÄCKEL, 1984). Die stündlichen Witterungsdaten wurden ab dem Schnittzeitpunkt über alle Probenahmetermine pro Trocknungsversuch aufsummiert. Die Abnahme des Wassergehaltes der Pflanzen in Abhängigkeit von den Witterungsfaktoren wurde durch Regression charakterisiert. Trocknungsverläufe, die durch mehr als 1,5 mm Niederschlag unterbrochen wurden, blieben im weiteren Verlauf unberücksichtigt.

* Lehrstuhl für Grünland und Futterbau, TU München, D - 85350 Freising-Weihenstephan

Tabelle 1: Charakterisierung des Pflanzenmaterials

Pflanzenart	Trocknungsversuch				
	ab 12.5.	ab 18.5.	ab 25.5.	ab 1.6.	ab 9.6.
Lolium perenne, früh, diploid (WD f D)					
Entwicklungsstadium *		51	55	65	
Ertrag dt/ha Trockenmasse		27,5	43,8	44,8	
Lolium perenne, früh, tetraploid (WD f T)					
Entwicklungsstadium		55	57	65	
Ertrag dt/ha Trockenmasse		46,4	63,9	57,9	
Dactylis glomerata, früh (KI f)					
Entwicklungsstadium	31	57		69	
Ertrag dt/ha Trockenmasse	42,1	61,6		44,4	
Dactylis glomerata, spät (KI s)					
Entwicklungsstadium		31		60	69
Ertrag dt/ha Trockenmasse		38,2		35,6	42,0
Festuca pratensis (WSC)					
Entwicklungsstadium		51	55	65	
Ertrag dt/ha Trockenmasse		44,2	65,7	65,3	
Poa pratensis (WRP)					
Entwicklungsstadium		60	60	69	
Ertrag dt/ha Trockenmasse		41,5	47,8	42,7	

* nach SIMON/PARK (1983)

Ergebnisse und Schlußfolgerung

Der Primäraufwuchs der Gräser wurde über einen Zeitraum von 4 Wochen hinweg, pro Art/Sorte jeweils zu drei verschiedenen Terminen, geerntet und getrocknet (Tab.1). Im Mittel beträgt der relative Wassergehalt der geprüften Gräser zu Beginn der Trocknung 75,2 %, am Ende der Trocknung 26,3 %. Es zeigt sich im allgemeinen ein enger, statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Trocknungsverlauf der Pflanzen und den erhobenen Witterungsparametern (Tab. 2). Die Berücksichtigung der Globalstrahlung und des Windes erbringt keinen zusätzlichen Informationsgewinn. Die partiellen Korrelationskoeffizienten bestätigen, daß das Sättigungsdefizit am stärksten zur Erklärung der Wasserabgabe beiträgt. Aufgründessen wurde auf die Anwendung der multiplen Regressionsanalyse mit mehreren erklärenden Faktoren verzichtet und lediglich das Sättigungsdefizit als wichtigste Einflußgröße benutzt (vgl. AGENA et al., 1968; SPATZ et al., 1970).

Tabelle 2: Korrelationskoeffizient (r) zwischen dem Wassergehalt des Trocknungsgutes im Primäraufwuchs (y) und wichtigen Witterungsparametern sowie partieller Korrelationskoeffizient (r_p) des Faktors Sättigungsdefizit

Witterungsgröße	r	r _p partiell
Sättigungsdefizit (2 m Höhe über dem Boden)	0,78	
Sättigungsdefizit (2 m Höhe) + Globalstrahlung	0,78	0,52
Sättigungsdefizit (2 m Höhe) + Wind	0,78	0,55
Sättigungsdefizit (2 m Höhe) + Globalstrahlung + Wind	0,80	0,56

Sättigungsdefizit (5 cm Höhe)	0,66	

Die Berücksichtigung der Temperatur und der relativen Feuchte (zusammengefaßt im Sättigungsdefizit) 5 cm über der Bodenoberfläche ergibt im Vergleich zu der Standardmessung in 2 m Höhe keinen engeren Zusammenhang mit dem Trocknungsverlauf der Pflanzen.

Die Abnahme des relativen Wassergehaltes ($y = \text{Wassermasse} / \text{Gesamtmasse} \times 100$) konnte während des Trocknungsverlaufes mit einer quadratischen Funktion besser beschrieben werden ($r^2 = 0,76$) als mit einer linearen Funktion ($r^2 = 0,64$) (vgl. SPATZ et al., 1970; AGENA et al., 1968). Wird der Wassergehalt als prozentualer Feuchtegrad ($y = \text{Wassermasse} / \text{Trockenmasse} \times 100$) ausgedrückt, ergibt sich zwar ein ähnliches Bestimmtheitsmaß, aber ein stark erhöhter Variationskoeffizient von 45,8 %. Eine Logarithmierung der Daten und/oder der Bezug des Wassergehaltes auf die Trockenmasse erbringt im Gegensatz zu SPATZ et al. (1970) keine höhere Genauigkeit.

In Abbildung 1 sind die Trocknungsverläufe der Arten/Sorten in der Versuchszeit vom 1.-3.6.1992, d.h. bei einheitlicher Witterung und ähnlichen Entwicklungsstadien (Blüte) aufgetragen. Diese Darstellung ermöglicht es, die Größe der Sättigungsdefizitsumme (SDS) zu bestimmen, die auf die Pflanzenart/-sorte einwirken muß, um einen angestrebten Endwassergehalt zu erreichen. Es wird deutlich, daß sich die einzelnen Arten/Sorten trotz einheitlicher Bedingungen erheblich in der benötigten SDS unterscheiden. Je weiter die Pflanzen schon getrocknet sind, umso deutlicher treten die Arten-/ Sortenunterschiede hervor. Ein Endwassergehalt von 35 % wird von allen Arten/Sorten erreicht. In Übereinstimmung mit standardisierten Trocknungsbedingungen im Labor (KAMMERL et al., 1991) benötigt die leicht trocknende Wiesenrispe, die auch den geringsten Anfangswassergehalt aufweist, mit 120 mbar die geringste SDS und trocknet deshalb am schnellsten, gefolgt von spätblühendem (125 mbar) bzw. frühblühendem Knaulgras (165 mbar). Das Trocknungsverhalten des spätblühenden im Vergleich zum frühblühenden Knaulgras verbessert sich mit fortschreitendem Verlauf der Trocknung.

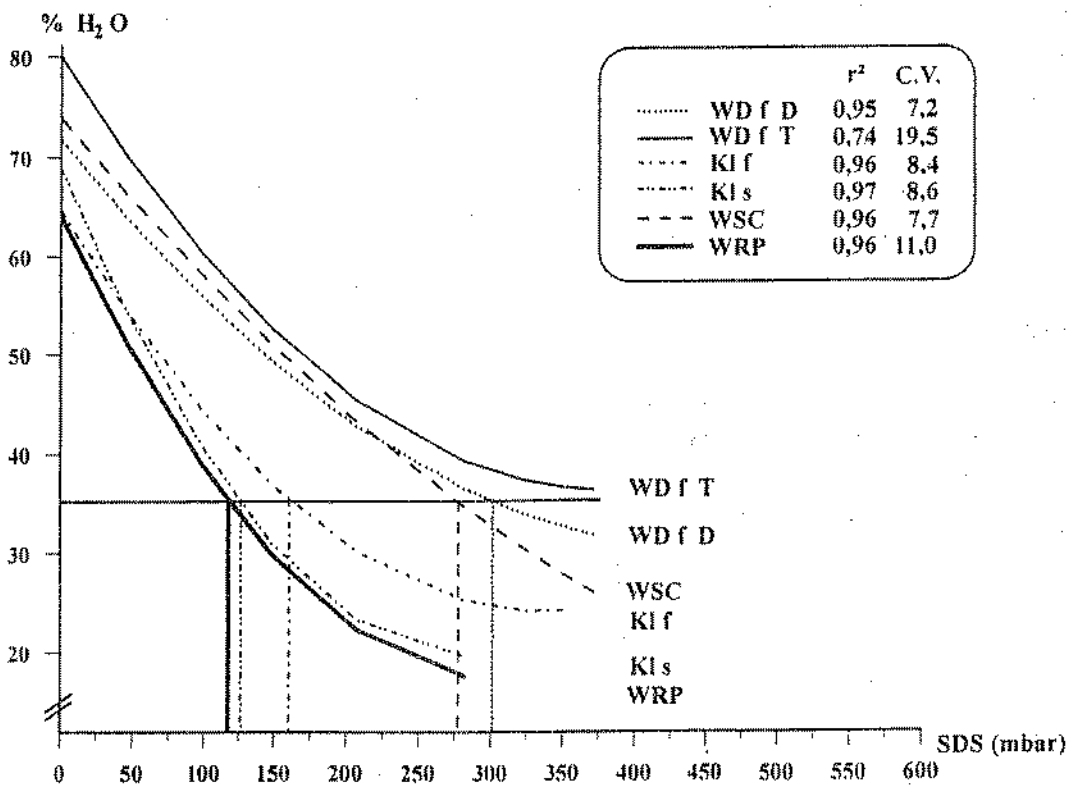


Abbildung 1: Abnahme des Wassergehaltes von Gräsern in Abhängigkeit von der Summe des Sättigungsdefizits vom 1.6.-3.6.92

Frühes deutsches Weidelgras (T) zeigt den höchsten Anfangs- und Endwassergehalt. Der schlechtere Trocknungsgrad tetraploider im Vergleich zu diploiden Sorten kann auch unter Freilandbedingungen festgestellt werden. Allerdings weisen frühes deutsches Weidelgras (T) und frühblühendes Knaulgras einen deutlich höheren Trockenmasseertrag auf als ihre Vergleichssorten (Tab. 1). Somit könnte indirekt das höhere Ertragsniveau die trockenungshemmenden Eigenschaften dieser Gräser verstärkt haben. Die Darstellung der Ergebnisse aller Trocknungsversuche (vgl. Tab.1), gemittelt über die unterschiedlichen atmosphärischen Trocknungsbedingungen und Wachstumsstadien, veranschaulicht die sehr deutlichen Arten-/Sortenunterschiede im Trocknungsverhalten der Gräser (Abb. 2).

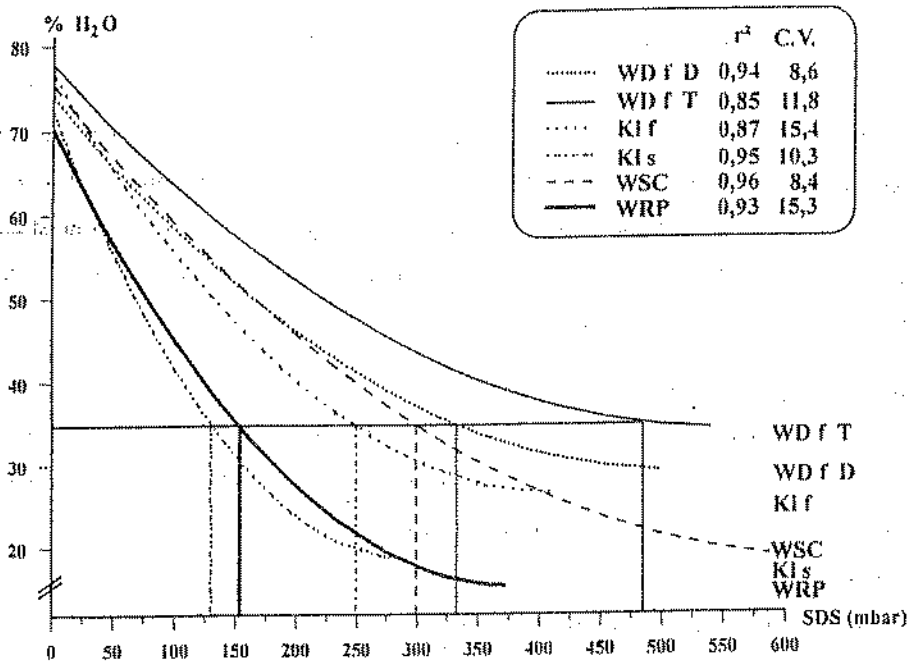


Abbildung 2: Abnahme des Wassergehaltes von Gräsern in Abhängigkeit von der Summe des Sättigungsdefizits im Zeitraum vom 12.5.-12.6.92

Wiederum erreichen das späte Knaulgras (125 mbar) und die Wiesenrispe (150 mbar) bei der geringsten SDS einen Wassergehalt von 35%, während das frühe Weidelgras (T) mit 480 mbar die größten SDS aufweist. Die Spannweite an benötigten Sättigungsdefizitsummen zwischen schnell und langsam trocknenden Arten/Sorten wird bei Betrachtung eines vierwöchigen Zeitraums deutlich größer (125 mbar - 480 mbar), so daß das arten- und sortentypische Trocknungsverhalten noch stärker zur Geltung kommt.

Abschließend läßt sich feststellen, daß sich die hier vorgestellte Beschreibung des Trocknungsverlaufes in Abhängigkeit von meteorologischen Faktoren eignet, um unter Freilandbedingungen Unterschiede im Trocknungsverhalten zwischen verschiedenen Gräsern aufzuzeigen. Die festgestellten Arten- und Sortenunterschiede stimmen mit bisherigen Trocknungsergebnissen überein.

Literatur

- AGENA, M.U.; BÄTJER, D. und WESSELS, D. (1968): Meteorol. Rundschau 21: 169-175
 VAN EIMERN, J. und HACKEL (1984): Wetter- und Klimakunde; 4. überarb. Aufl. - Stuttgart: Ulmer 1984
 VAN EIMERN, J. und SPATZ, G. (1968): Bayer. Ldw. Jahrb. 45: 350-363
 KAMMERL, R.; ROSS, R. und SIMON, U. (1991): Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 4: 163-166
 SIMON, U. und PARK, B.H. (1983): Proc. of the XIV. Intern. Grassl. Congr., Lexington (USA): 416-418
 SPATZ, G.; VAN EIMERN, J. und LAWRYNOWICZ, R. (1970): Bayer. Ldw. Jahrb. 47: 446-464

Silagequalität von extensiv erzeugtem Grünfutter

E. Kaiser^{*}, A. Milimonka^{**}, K. Weiß^{*}, St. Schubert^{*}

Einleitung

Im Pflanzenmaterial enthaltenes Nitrat wird zu Gärbeginn in gewissem Umfang zu Nitrit und NO (als NO₂ freigesetzt) reduziert und fungiert damit als natürlicher Clostridieninhibitor in den ersten Gärungsstadien (Hein, u. Weißbach 1977, Spoelstra 1983). Unter Extensivierungsbedingungen ist damit zu rechnen, daß im Grünfutter nahezu kein Nitrat enthalten ist. Wie Untersuchungen zum Gärungsverlauf belegen (Kaiser und Weißbach 1989, Rahn 1992, Kaiser u.a. 1994), findet in nitratfreiem Material bereits wenige Tage nach Gärbeginn eine mehr oder weniger umfangreiche Buttersäure (BS) - Gärung statt, meist parallel zur Milchsäure (MS) - Gärung und trotz rasch sinkenden pH-Wertes. Die bekannte Theorie zum Gärverlauf bei der Silierung ist demnach auf nitratfreies Material nicht anwendbar. Damit erhebt sich zum einen die Frage, ob für weitgehend nitratfreies Grünfutter die Grenzwerte der Vergärbarkeit zur Unterbindung der BS-Gärung Gültigkeit haben. Zum anderen ist zu fragen, ob durch geeignete Silierzusätze die BS-Bildung zu Gärbeginn unterbunden werden kann, so daß am Ende des Gärprozesses auch bei nitratfreiem Grünfutter buttersäurefreie Silagen vorliegen.

Material und Methode

In einem Versuch zur Umwidmung von nährstoffübersorgtem Ackerland in Extensivgrünland in der Versuchsstation Berge wurden je ein Gemenge konkurrenzstarker (D.glom.) und konkurrenzschwacher (Fest. spez.) Arten ausgesät und nach Vorgabe unterschiedlicher Nutzungsregime geschnitten (je eine 3-Schnitt-Nutzung, drei Varianten einer 2-Schnitt-Nutzung). Aus dem Versuch, der vorrangig zur Untersuchung pflanzenbaulicher Fragestellungen angelegt worden war, wurde das anfallende Grünfutter unter Laborbedingungen siliert.

Silierzusätze: zwei Handelspräparate von biologischen Siliermitteln (A u. B) sowie konzentrierte Ameisensäure (4,5 l/t). Siliertechnische Bedingungen: 4 Gläser je Variante, 180 Tage Lagerungsdauer, 25° C Lagerungstemperatur. Das Grünfutter wurde auf TS, Z/PK und Nitrat (NO₃) untersucht. In den Silagen wurde eine komplette Gärfutteranalyse durchgeführt.

Ergebnisse

Wie aus Tabelle 1 und 2 hervorgeht, waren bei beiden Grasarten (-gemischen) die jeweils ersten Aufwüchse leicht vergärbar, auch bei Schnittverzögerung bis Ende Juni. Die Folgeaufwüchse waren überwiegend als mittel bis schwer vergärbar einzustufen. Die Fest. spez. waren in der Tendenz zuckerreicher als D.glom. Alle Grünfutterpartien waren weitgehend nitratfrei. In den Silagen lagen auch bei leicht vergärbarem Grünfutter trotz meist hoher MS-Gehalte und ausreichend niedriger pH-Werte durchweg hohe BS-Gehalte vor. Der Gesamtsäuregehalt bestand im Durchschnitt zu 53 % aus MS und zu 41 % aus BS. Die ES-Gehalte sowie der NH₃-N-Anteil am Ges.-N waren niedrig. Beim schwer vergärbaren Grünfutter lag eine größere Differenzierung im Konservierungserfolg vor. Das Auftreten von BS konnte durch die biologischen Siliermittel (BSM) z.T. eingeschränkt aber nicht unterbunden werden. Auch Ameisensäure (AS) hatte keine zuverlässige Wirkung. (Abb. 1 - 3)

Tabelle 1
Vergärbarkeit und Siliererfolg von ohne N-Düngung erzeugtem Grünfutter bei unterschiedlicher Nutzungsfrequenz (Umwidmung von AL in GL; D. glom.; Versuchsjahr 1993)

Schnitt	Datum	Grünfutter ¹⁾			pH	Silage			NH ₃ -N in % des Ges.-N	DLG Punkte/ Note
		TS g/kg	Z/PK	Vergär- barkeit ²⁾		Milch- säure % TS	Essig- säure % TS	Butter- ³⁾ säure % TS		
1. Schn.	25. 5.	294	2,9	++	4,42	3,00	0,54	2,41	13,1	55/3
2. Schn.	14. 7.	228	2,6	-	3,97	6,00	1,05	1,89	7,2	70/3
3. Schn.	6.10.	283	1,4	-	4,71	2,26	0,25	3,43	12,8	45/4
1. Schn.	10. 6.	356	3,5	++	4,37	2,58	0,53	1,99	6,4	65/3
2. Schn.	18. 8.	288	1,0	--	4,99	0,73	1,46	1,87	19,5	30/5
1. Schn.	30. 6.	372	2,5	++	4,61	1,40	0,40	1,99	8,7	60/3
2. Schn.	19. 8.	209	1,2	--	4,89	0,67	1,20	6,41	22,5	10/5
1. Schn.	15. 7.	261	1,5	--	4,79	0	1,15	4,21	28,0	15/5
2. Schn.	7.10.	236	1,6	-	4,12	3,60	0,81	2,03	7,8	65/3

1) Nitratgehalt: < 0,03 ... 0,14 g NO₃ / kg TS; n = 9

2) +- TS = TS_{Min} (Mindest-TS-Gehalt zur Erzeugung buttersäurefreier Silagen)

- TS bis 5 % < TS_{Min}
- TS > 5 % < TS_{Min}
- + TS bis 5 % > TS_{Min}
- ++ TS > 5 % > TS_{Min}

3) Buttersäure =

- n - Buttersäure
- +i - Buttersäure
- +n - Valeriansäure
- +i - Valeriansäure
- + - Capronsäure

Tabelle 2
Vergärbarkeit und Siliererfolg von ohne N-Düngung erzeugtem Grünfutter bei unterschiedlicher Nutzungsfrequenz (Umwidmung von AL in GL; Fest.spez.; Versuchsjahr 1993)

Schnitt	Datum	Grünfutter ¹⁾			pH	Silage			NH ₃ -N in % des Ges.-N	DLG Punkte/ Note
		TS g/kg	Z/PK	Vergär- barkeit ²⁾		Milch- säure % TS	Essig- säure % TS	Butter- ³⁾ säure % TS		
1. Schn.	25. 5.	305	3,0	++	3,99	6,00	0,49	2,36	9,2	65/3
2. Schn.	14. 7.	302	3,3	++	4,23	3,87	0,96	1,49	7,5	70/3
3. Schn.	6. 10.	317	2,4	++	4,57	2,46	0,82	2,11	11,2	60/3
1. Schn.	10. 6.	363	3,1	++	4,49	1,65	0,47	1,29	6,7	65/3
2. Schn.	18. 8.	295	1,8	+	4,69	1,63	0,85	2,81	9,8	50/4
1. Schn.	30. 6.	395	3,6	++	4,61	1,19	0,33	0,71	4,8	80/2
2. Schn.	19. 8.	244	1,3	--	4,23	5,29	0,94	1,80	9,7	70/3
1. Schn.	15. 7.	289	2,0	+	4,24	3,46	0,6	2,54	7,2	65/3
2. Schn.	7. 10.	255	2,0	-	4,31	3,53	0,75	2,22	9,8	60/3

1) Nitratgehalt: < 0,03 ... 0,16 g NO₃ / kg TS; n = 9

2) Siehe Legende zu Tab. 1

3) Siehe Legende zu Tab 1

Buttersäuregehalte

BS (%TS)

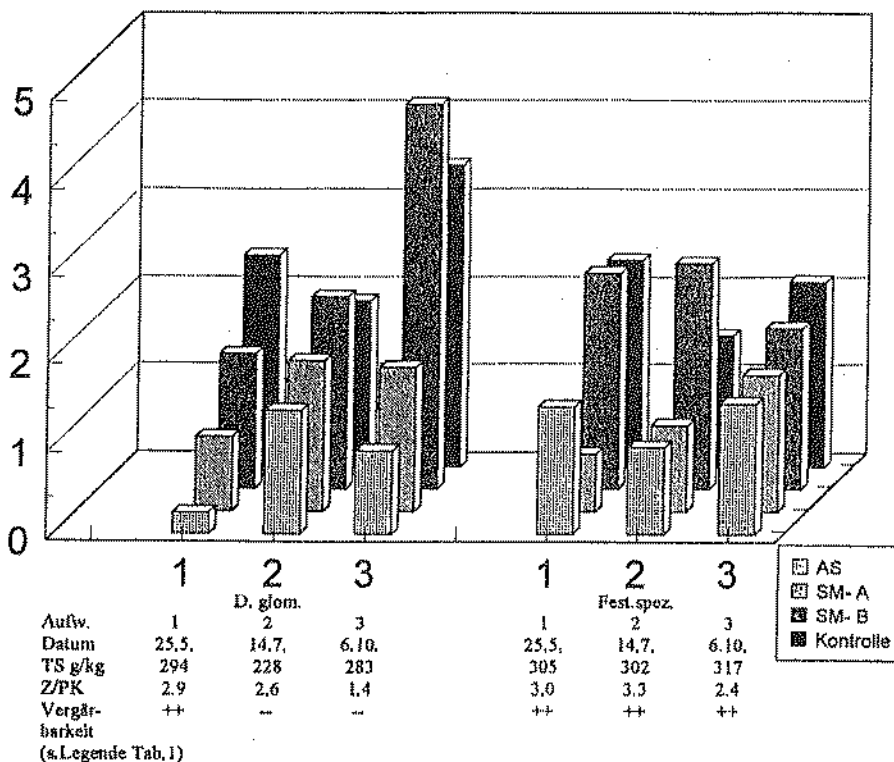


Abb. 1: Wirkung verschiedener Zusätze auf den Buttersäuregehalt der Silagen von D. glom und Fest. spez.; 3-Schnittnutzung, nitratfreies Grünfutter

BS (%TS)

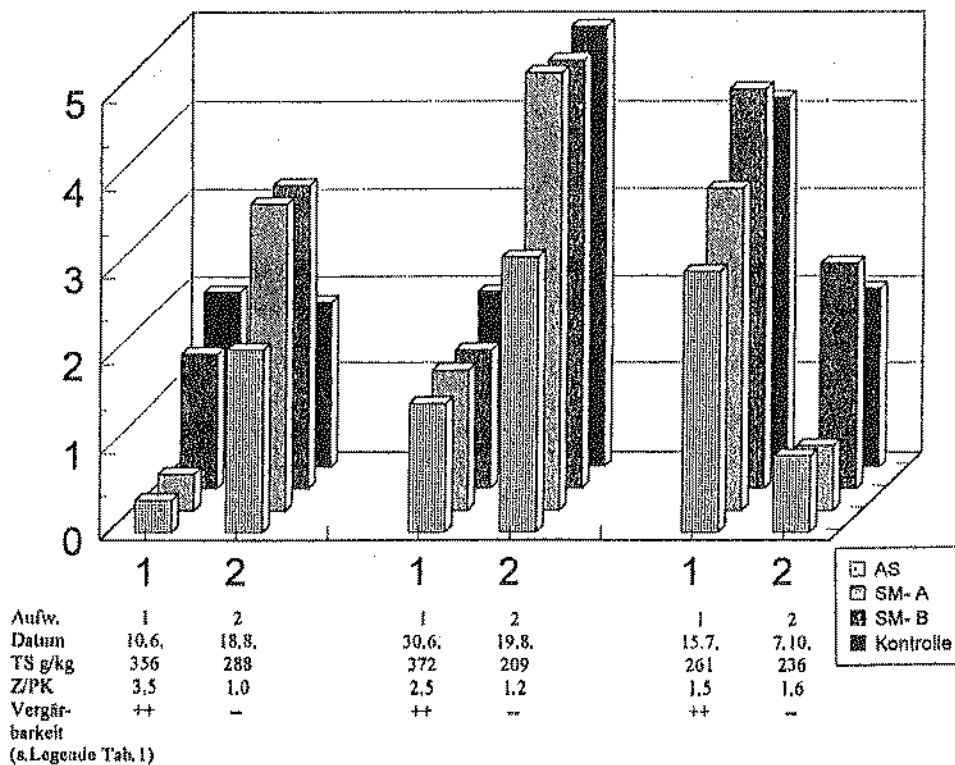


Abb. 2: Wirkung verschiedener Zusätze auf den Buttersäuregehalt der Silagen von D. glom.; 2-Schnittnutzung, nitratfreies Grünfutter

Buttersäuregehalte

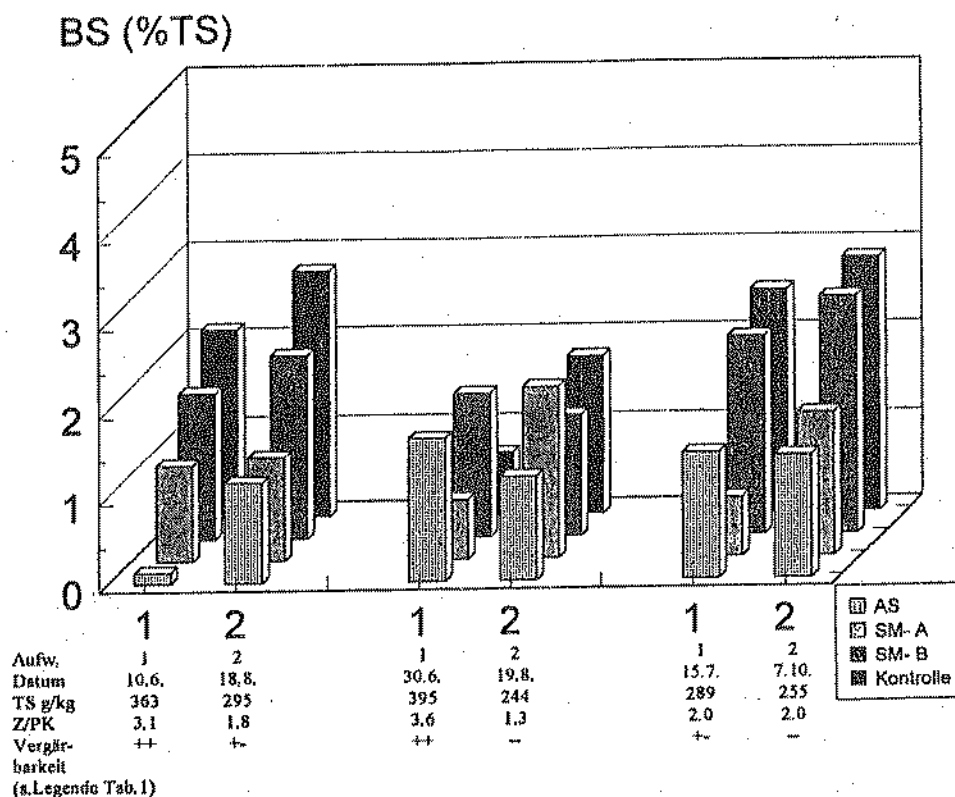


Abb.3: Wirkung verschiedener Zusätze auf den Buttersäuregehalt der Silagen von Fest. spez.; 2-Schnittnutzung, nitratfreies Grünfütter

Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Das Fehlen von Nitrat im Grünfütter hat offensichtlich negative Auswirkungen auf den Konservierungserfolg bei der Silierung. Die Grenzwerte der Vergärbarkeit haben in der bekannten Form für nitratfreies Grünfütter keine Gültigkeit. Sowohl durch AS als auch durch die geprüften BSM konnte das Auftreten von BS nicht zuverlässig unterbunden werden. Die beiden Präparate biologischer Siliermittel zeigten unterschiedliche Wirkungen.

Literatur

- Hein, E. u. F. Weißbach, 1977: Decomposition processes and effects of nitrate in ensiling green forage, Proceedings XIII. Intern. Grassland Congress, Leipzig, Sect. 9, 1323 - 1325
- Kaiser, E. u. F. Weißbach, 1989: Zum Einfluß des Nitratgehaltes im Grünfütter auf den Gärungsverlauf bei der Silierung; Wiss. Z. HUB, 38, 2, 1. Mitt. 78 - 84, 2. Mitt. 85 - 91
- Kaiser, E., J. Zimmer, K. Schmerbauch, 1994: Bedeutung des Nitratgehaltes im Mähgut für Frischverfütterung und Konservierung des Materials. Erste Ergebnisse zur Silierung extensiv erzeugten Grünfütters; VDI/MEG Kolloquium Agrartechnik, H17, Technik u. Verfahren zur Landschaftspflege und für die Verwertung der anfallenden Materialien, Potsdam Bornim, Jan. 1994
- Rahn, S., 1992: Untersuchungen zum Einfluß chemischer Siliermittel auf den Gärungsverlauf, die Gärverluste und die aerobe Stabilität von Grünfüttersilagen, Diss. A., HUB
- Spoelstra, S., 1983: Inhibition of clostridial growth by nitrate during early phase of silage fermentation; J. Sci. Food and Agric. 34, 145 - 152

Einfluß biologischer Silierzusätze auf die Fermentation und Verdaulichkeit von Luzerneballensilagen

Th. Keller*, H. Nonn und H. Jeroch

Die Silierung der schwer vergärbaren Futterpflanze Luzerne bereitet wegen ihrer meist hohen Rohprotein- und niedrigen Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten oftmals Schwierigkeiten. Diese werden vor allem bei ihrer Konservierung in stretchfolieumwickelten Rundballen verstärkt, da in diesen ein ungünstiges Fermentationsmilieu vorherrscht. Die Ballen besitzen im Verhältnis zur einsilierten Futtermenge eine relativ große Oberfläche und der Gaswechsel mit der Umgebung wird nur unvollständig unterbunden (Sundberg and Thylen, 1993). Bei Rundballenpressen ohne Vorschneideeinrichtung vor der Preßkammer bleibt der Ballenkern stets lose und enthält hohe Luftanteile. Außerdem können ausreichende Trockensubstanzdichten nicht immer gewährleistet werden. Ein Einsatz von Siliermitteln zur Luzernekonservierung erscheint deshalb insbesondere bei der Rundballensilierung empfehlenswert. In mehrjährigen Laborversuchen untersuchten die Autoren die Wirksamkeit biologischer Präparate zur Luzerne-silierung. Bei praxisüblichen Großballen wurden auf diesen Ergebnissen beruhend dann zwei für diesen Einsatz als erfolgversprechend eingeschätzte Kombinationen biologischer Silierzusätze erprobt. Im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle kam sowohl ein Enzympräparat als auch Melasse jeweils in Kombination mit einem Inokulant zum Einsatz. Die Aufwandmengen betragen 10^6 koloniebildende Einheiten / kg Siliergut für das Inokulant (auf der Basis der Stämme *Lactobacillus plantarum* + *Streptococcus faecium*), ca. 20 filterpapiersaccharifizierende Einheiten / kg Trockenmasse (T) für das Enzympräparat (auf der Basis des Stammes *Penicillium janthinellum*) und 50 kg Melasse je t Siliergut. Die Beeinflussung des energetischen Futterwertes durch die Silierzusätze wurde in Stoffwechselforsuchen (n. Schiemann, 1981) mit Hammeln (n=6) untersucht. Die Tiere wurden einzeln in Stoffwechselkäfigen gehalten und zweimal täglich gefüttert. Die Futtervorlage von insgesamt ca. 1000 g Silage-T zuzüglich einer Mineralstoffergänzung entsprach dem Erhaltungsniveau. Wasser stand ad libitum zur Verfügung. Die Silagen wurden sofort nach dem Öffnen der Ballen für einen kompletten Versuch eingewogen und bei -15°C in Plastikbeuteln aufbewahrt. Das Futter wurde rationsweise täglich aufgetaut. Ein Saftaustritt fand wegen der hohen T-Gehalte nicht statt. Nach einer 7tägigen Vorperiode schloß sich eine 7tägige Sammelperiode mit morgendlicher Kotsammlung an. Ein aliquoter Teil wurde bei +3°C bis zur Laboranalyse aufbewahrt. Die Futterreste wurden gesammelt, getrocknet und zurückgewogen. Sie betragen insgesamt aber stets <5 % der Gesamtfuttervorlage der Versuche. Die Rohproteinbestimmung erfolgte am Frischkot; die anderen Nährstoffe bzw. Faserbestandteile wurden im getrockneten Material (65 °C für 24 h) nach Standardlabormethoden (v. Lengerken und Zimmermann, 1991) analysiert.

Die Zusammensetzung des Ausgangsmaterials ist aus Tabelle 1 ersichtlich. Im Jahr 1992 war die Luzerne bereits im fortgeschrittenen Vegetationsstadium (Beginn Blüte), wie aus dem hohen Fasergehalt und niedrigem Rohprotein-gehalt ersichtlich ist. 1993 erfolgte der Schnitt vor Beginn des Knospenstadiums. Die Quotienten aus dem Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten und Pufferkapazität weisen auf eine unzureichende Vergärbarkeit trotz des auf drei Tage ausgedehnten Anwelkens hin.

Vor der Darstellung und Diskussion der Ergebnisse ist anzumerken, daß 1992 langes Pflanzenmaterial gepreßt wurde. Die 1993 verwendeten Pressen besaßen eine Vorschneideeinrichtung, so daß grob zerkleinertes Material in den Ballen vorlag. Es sollte auf Grund einer zu erwartenden gleichmäßigeren Verdichtung und den Vorteilen der

* Institut für Tierernährung der Martin-Luther-Universität, Emil-Abderhalden-Str. 25 b, 06108 Halle/Saale

Zerkleinerung auf die Fermentation (Erhöhung der natürlichen Milchsäurebakteriendichte (Lin et al., 1992); Anregung der Stoffumsetzung und somit schnellere Erreichung anaerober Verhältnisse (Greenhill, 1964)) mit besseren Silagequalitäten der im Jahr 1993 erzeugten Silagen zu rechnen sein.

Tabelle 1. Rohnährstoffgehalte (g/kg T) und Vergärbarkeitsparameter des Siliergutes

	1992	1993
T-Gehalt (g/kg)	455,5	499,3
Rohprotein (XP)	168,1	206,2
Rohfaser (XF)	361,5	267,2
Organische Substanz (OM)	914,3	873,2
Neutraldetergenzienfaser (NDF)	406,3	346,2
Säuredetergenzienfaser (ADF)	349,0	289,0
Detergenzienlignin (ADL)	61,1	47,6
Wasserlösliche Kohlenhydrate	45,0	57,8
Pufferkapazität (g Milchsäure/kg T)	66,7	91,1
Wl. Kohlenhydrate / Pufferkapazität	0,67	0,64

Tabelle 2. Fermentationscharakteristiken der Rundballensilagen

		ohne Zusatz	Enzym + Inokulant	Melasse + Inokulant
1992	T-Gehalt (g/kg)	530 ± 33 a	575 ± 2 ab	615 ± 27 b
	T-Dichte (kg/m ³)	170 ± 10	185 ± 8	185 ± 10
	pH-Wert	5,29 ± 0,05	5,13 ± 0,11	5,37 ± 0,12
	Milchsäure (g/kg T)	9,4 ± 3,5	24,1 ± 12,7	6,2 ± 4,7
	Essigsäure (g/kg T)	10,2 ± 1,3 a	14,8 ± 2,3 b	7,4 ± 1,5 a
	FFS ≥ C ₄ (g/kg T)	0,4 ± 0,1 b	0,1 ± 0,1 a	0,1 ± 0,2 ab
	Alkohol (g/kg T)	1,0 ± 0,1 b	0,3 ± 0,0 a	1,1 ± 0,3 b
	NH ₃ -N (% v. Ges.-N)	3,2 ± 0,1	3,7 ± 0,0	2,7 ± 0,3
	Punkte (DLG-Schl.)	50 ± 9	85 ± 12	nf
	Schimmel (%)	10 ± 3	0	15 ± 4
1993	T-Gehalt (g/kg)	466 ± 2	488 ± 20	470 ± 12
	T-Dichte (kg/m ³)	180 ± 5	175 ± 8	190 ± 12
	pH-Wert	5,08 ± 0,36	4,78 ± 0,15	4,58 ± 0,09
	Milchsäure (g/kg T)	48,1 ± 11,6 a	45,7 ± 7,1 a	79,8 ± 5,8 b
	Essigsäure (g/kg T)	20,1 ± 4,8	25,6 ± 3,5	19,4 ± 6,1
	FFS ≥ C ₄ (g/kg T)	0,2 ± 0,2	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,1
	Alkohol (g/kg T)	2,4 ± 0,4	2,7 ± 0,6	2,8 ± 0,2
	NH ₃ -N (% v. Ges. N)	3,9 ± 2,2	2,4 ± 0,3	3,5 ± 2,7
	Punkte (DLG-Schl.)	75 ± 28	93 ± 3	85 ± 21
	Schimmel (%)	2 ± 3	0	1 ± 1

FFS - Flüchtige Fettsäuren; nf - nicht fütterungstauglich wegen des Schimmelbefalles; Mittelwerte in der selben Reihe mit dem gleichen oder keinem Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant ($\alpha \leq 0,05$).

In Tabelle 2 werden die Fermentationsparameter der Rundballensilagen aufgeführt. Bemerkenswert sind die niedrigen Gehalte an erwünschten Gärsäuren in den Silagen 1992. Daraus resultieren auch die nur als befriedigend einzuschätzenden Silagequalitäten. Der hohe Schimmelbefall der Kontrollvariante wurde durch den Zusatz von Melasse

+ Inokulantien noch verstärkt. Nur die Zugabe der Kombination von Enzympräparat + Inokulantien konnte eine gute Silagequalität und Schimmelfreiheit garantieren. Der beobachtete Schimmelbefall ging meist vom losen Ballenkern her aus. Leider wiesen die Silagen differenzierte T-Gehalte auf, was auf zeitliche Unterschiede beim Pressen zwischen den einzelnen Varianten zurückzuführen war. Die zugesetzte Melasse bewirkt jedoch bereits eine T-Erhöhung um ca. 5 %. Bei den 1993 erzeugten Silagen konnte durch die Zusätze eine positive Wirkung erzielt werden. Die Bildung erwünschter Fermentationsprodukte wurde angeregt, die pH-Werte abgesenkt, was sich auch in einer guten Beurteilung entsprechend dem Schlüssel der DLG äußerte. Eine vollständige Schimmelfreiheit lag jedoch wiederum nur beim Einsatz der Kombination des Enzympräparates mit Inokulantien vor.

In den Roh Nährstoffgehalten unterschieden sich die Silagen ebenfalls stärker zwischen den beiden Jahren als innerhalb der einzelnen Jahre (siehe Tab. 3). Nur der Melassezusatz führte zu einer Erhöhung des Gehaltes an N-freien Extraktstoffen (XX) gegenüber den anderen Varianten.

Tabelle 3. Roh Nährstoff- und Fasergehalte (g/kg T) der Luzernesilagen

		ohne Zusatz	Enzym + Inokulant	Melasse + Inokulant
1992	T-Gehalt (g/kg)	528,7	574,7	617,1
	XP	185,9	174,5	168,2
	XF	337,6	358,7	352,3
	XX	353,3	352,2	378,1
	OM	898,0	902,9	912,3
	NDF	434,5	463,8	443,5
	ADF	393,8	412,7	382,5
	ADL	77,3	78,0	73,9
1993	T-Gehalt (g/kg)	448,2	482,6	478,6
	XP	201,4	218,3	200,5
	XF	290,9	263,3	243,3
	XX	366,2	345,0	375,7
	OM	878,1	862,7	838,5
	NDF	335,4	349,4	301,1
	ADF	309,7	316,1	269,5
	ADL	57,0	51,9	45,9

Die Verdaulichkeitswerte der Silagen differierten jedoch beträchtlich, worüber in Tabelle 4 informiert wird. Es wurde von den Versuchsanstellern angenommen, daß sich die Zugabe von Melasse zum Siliergut nicht nur positiv auf die Fermentation auswirkt, sondern auch zu einer Erhöhung des Energiegehaltes der Silagen führt. Eine Steigerung des Energiegehaltes wurde in gewissem Umfang auch durch die Enzymanwendung erwartet. Die Ergebnisse aus dem ersten Versuchsjahr zeigen aber ein völlig anderes Bild. Der niedrige Energiegehalt der Kontrollsilagen, der aus den recht niedrigen Verdaulichkeiten der Roh Nährstoffe wegen des zu späten Schnittes (hohe Rohfasergehalte) herrührt, wurde durch Verwendung der Zusätze unerwarteter Weise noch vermindert. Die Energieanreicherung durch den Zusatz von Melasse wurde wahrscheinlich durch die verstärkte Schimmelbildung überlagert. Der geringe Gehalt von 4,2 MJ NEL der enzymbehandelten Varianten, der aus den sehr niedrigen Verdaulichkeitskoeffizienten der Rohfaser und der N-freien Extraktstoffe resultiert, ist jedoch nicht erwartet

worden und für die Versuchsansteller ebenso überraschend wie die deutlich schlechtere Verdaulichkeit der einzelnen Faserfraktionen. 1993 änderten sich die Relationen grundlegend. Der Einsatz der Melasse zum zerkleinerten Siliergut verbesserte nicht nur die Fermentation, sondern erhöhte ebenfalls die Energiegehalte der Silagen deutlich. Auch der Einsatz zellwandhydrolysierender Enzyme wirkte sich diesbezüglich positiv aus. Die Zugabe der Silierzusätze erhöhte tendenziell in jedem Fall die Verdaulichkeit der einzelnen Nährstofffraktionen, was in einer deutlichen Steigerung der ermittelten Energiegehalte zum Ausdruck kam. Die Verdaulichkeit des Rohfettes (Werte hier nicht aufgeführt) besitzt wegen des geringen Gesamtgehaltes nur eine untergeordnete Bedeutung.

Tabelle 4. Scheinbare Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe von Luzernesilagen

		ohne Zusatz	Enzym + Inokulant	Melasse + Inokulant
1992	XP	75,28 ± 2,41 b	71,06 ± 2,08 a	68,76 ± 1,66 a
	XF	45,27 ± 2,78	39,75 ± 4,92	45,86 ± 6,06
	XX	68,77 ± 1,02 b	63,76 ± 2,50 a	68,60 ± 2,34 b
	OM	61,12 ± 1,40 b	56,17 ± 3,24 a	60,14 ± 3,43 ab
	NDF	40,54 ± 2,68	35,85 ± 5,22	41,47 ± 6,05
	ADF	49,16 ± 2,37 b	40,69 ± 6,91 a	45,53 ± 5,53 ab
	MJ NEL	4,71	4,20	4,55
1993	XP	75,52 ± 1,34 a	81,59 ± 0,79 c	77,94 ± 0,84 b
	XF	56,50 ± 2,76 a	58,30 ± 2,80 a	62,21 ± 1,05 b
	XX	72,42 ± 1,78 a	75,88 ± 1,28 b	78,93 ± 0,96 c
	OM	67,77 ± 1,89 a	71,77 ± 0,73 b	74,24 ± 0,43 c
	NDF	46,36 ± 4,09 a	55,29 ± 1,48 b	54,30 ± 1,26 b
	ADF	53,09 ± 3,26 a	60,75 ± 1,95 b	59,57 ± 1,54 b
	MJ NEL	5,09	5,64	5,86

Die vorliegenden Resultate stellen die Bedeutung des Schnittzeitpunktes für den Konservierungserfolg und die Energiekonzentration von Silagen erneut eindrucksvoll heraus. Es ist anzumerken, daß auf Grund der differenzierten Ergebnisse jedoch noch keine sichere Aussage über den Einfluß biologischer Silierzusätze auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und den Energiegehalt der Konservate getroffen werden kann. Da die Zerkleinerung des Siliergutes in einer Vielzahl von Versuchen mit Kleinballen (15-18 kg Gewicht) stets zur Verbesserung der Fermentation führte (Keller et al., 1994), ist anzunehmen, daß die Werte des 2. Versuchsjahres aussagekräftiger sind. Aufschluß darüber sollen weitere Verdauungsversuche geben.

Greenhill, W.L., 1964: Plant juices in relation to silage fermentation. II. Factors affecting the release of juices. J. Brit. Grassland Soc. 19. 231-236.

Keller, Th.; Nonn, H.; Jeroch, H., 1994: Einsatz biologischer Siliermittel bei der Rundballensilierung von Luzerne. Kühn-Arch. 88 (2), im Druck

v. Lengerken, J.; Zimmermann, K., 1991: Futtermittelprüfung. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin.

Lin, C.; Bolsen, K.K.; Brent, B.E.; Hart, R.A.; Dickerson, J.P.; Feyerherm, A.M.; Aimutis, W.R., 1992: Epiphytic microflora on alfalfa and whole-plant corn. J. Dairy Sci. 75: 2484-2493.

Schtemann, R., 1981: Methodische Richtlinien zur Durchführung von Verdauungsversuchen für die Futterwert-schätzung. Arch. Anim. Nutr. 31. 1-19.

Sundberg, M.; Thylén, A., 1993: Weather induced gas-flows into and out of wrapped silage bales.

Proc. 10th Intern. Conf. Silage Res., Dublin, Sept. 6th-8th 1993, 36-37.

Diese Untersuchungen wurden von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützt.

Untersuchungen zur Harnstoffkonservierung sehr stark angewelkter Luzerne

Th. Keller*, Kathrin Ebert, H. Jeroch und H. Nonn

Bei der Welksilagebereitung von Luzerne mit hohem Trockenmasse(T)-Gehalt, wie er bei sehr guten Welkebedingungen auf Restflächen bzw. bei ungenügender Schlagkraft durchaus auftreten kann oder nach schlechten Witterungsbedingungen beim Welken mit langen Feldliegezeiten oder eingeregnetem Siliergut tritt in folieumwickelten Ballen meist eine Schimmelbildung auf, die auch durch die Anwendung biologischer Silierzusätze nicht sicher verhindert werden kann (Keller et al., 1994).

Zur Unterdrückung des unerwünschten mikrobiellen Stoffwechsels erfolgte bei der Feuchtgetreide-, Feuchtstroh- und Feuchtheulagerung eine Zugabe des bei NH_3 -Konzentrationen $> 0,75\%$ fungizid und bakterizid wirkenden Ammoniaks (Küntzel und Pahlow, 1980; Küntzel, 1991) oder von Harnstoff, aus welchem auf enzymatischem Weg durch Urease bei einer Gutfeuchte $> 24\%$ NH_3 freigesetzt wird.

Die Wirksamkeit dieser Zusätze wurde auch bei der Feuchtheukonservierung in Großballen mehrfach untersucht, wobei von differenzierten Erfolgen hinsichtlich der Unterdrückung einer unerwünschten mikrobiellen Besiedelung oder der Verbesserung der Verdaulichkeit des Konservates berichtet wurde (Knoke und Küntzel, 1983; Mir et al., 1991; Alhadrami et al., 1993). Harnstoff besitzt Vorteile gegenüber Ammoniak, da dieser streufähig, leicht wasserlöslich und ungiftig ist. In der Lösung verhält er sich neutral und ist weder ätzend noch korrosiv. Deshalb erfolgte in eigenen Untersuchungen der Einsatz von Harnstoff als Konservierungsmittel für angewelkte Luzerne in folieumwickelten Ballen. Dabei wurde auf die hohen Dosisempfehlungen zur Rauhfutterkonservierung zurückgegriffen, die aus den erheblichen Verlusten bei der Feuchtheukonservierung (NH_3 -Abdampfung infolge fehlender Abdeckung) sowie einer sinkenden Ammoniaklöslichkeit bei zunehmendem T-Gehalt (Verminderung der fungiziden Wirkung) resultierten (Schmidt et al., 1982; Küntzel, 1991; Alhadrami et al., 1993).

Durch die weitere Anhebung des Rohproteingehaltes und ungelösten Harnstoff im Konservat entsteht jedoch ein tierernährungsphysiologisches Problem bei dieser ohnehin rohproteinreichen Futterpflanze. Das Einwickeln der Ballen in Folie sollte zu einer Verminderung der Abdampfverluste an Ammoniak und zu einer höheren Harnstofflöslichkeit wegen der Verhinderung der Austrocknung des Konservates führen. Das Ziel der durchgeführten Untersuchungen bestand in der Ermittlung einer niedrigen, zur erfolgreichen Luzernekonservierung jedoch erforderlichen Harnstoffmenge und des Einflusses des Feuchtegehaltes auf diese.

Das Pflanzenmaterial wurde im 3. Aufwuchs während des Vegetationsstadiums der Knospenbildung am 26. Juli 1993 geschnitten und über eine Zeitdauer von 96 bzw. 144 h auf dem Feld gewelkt. Aufgrund ungünstiger Welkbedingungen (mehrfaches Einregnen) wurden trotz der ungewöhnlich lang ausgedehnten Feldliegezeiten nur T-Gehalte von 490 und 580 g/kg erreicht (s. Tab. 1). Hervorzuheben ist die deutliche Abnahme des Gehaltes an wasserlöslichen Kohlenhydraten, wodurch die Möglichkeit zur Bildung erwünschter Fermentationsprodukte nach Luftabschluß in den Silos stark eingeschränkt wird. Der niedrige Quotient von wasserlöslichen Kohlenhydraten zur Pufferkapazität charakterisiert das Material als unzureichend vergärbar, obwohl der T_{MIN} -Gehalt zum Erreichen buttersäurefreier Silagen (Weißbach et al., 1977) durch das Anwelken überschritten wurde. Die Abnahme des Rohproteingehaltes bei fortgesetztem Welken ist auf Bröckelverluste an Blattmasse zurückzuführen.

* Institut für Tierernährung der Martin-Luther-Universität, Emil-Abderhalden-Str. 25 b, 06108 Halle/Saale

Tabelle 1. Rohnährstoffgehalte sowie wichtige Vergärbarkeitsparameter des Ausgangsmaterials

	1. Welkstufe	2. Welkstufe
Welkdauer (h)	96	144
T-Gehalt (g/kg)	492,1	578,1
Rohasche (g/kg T)	95,9	105,4
Rohprotein (g/kg T)	212,7	192,6
Rohfaser (g/kg T)	304,3	309,4
Wasserlösliche Kohlenhydrate (g/kg T)	55,6	30,1
Pufferkapazität (g Milchsäure/kg T)	71,1	67,7
Wl. Kohlenhydr./Pufferkapazität	0,78	0,45

Das Welkgut wurde mit gestaffelt ansteigendem Harnstoffzusatz (0; 1; 2; 4; 6; 8; 10; 20; 30 g/kg) in 2-l-Glasgefäßen (n=3) einsiliert. Die Lagerungsdauer betrug 160 Tage. Die Silagen wurden nach Standardlabormethoden auf ihren T-Gehalt, den pH-Wert und die Fermentationsprodukte sowie ihre Ammoniakgehalte untersucht.

Die Fermentationscharakteristik in Abhängigkeit von der Höhe des Harnstoffzusatzes wird in Tabelle 2 angeführt. Mit steigender Harnstoffzugabe erhöhte sich der Ammoniakgehalt der Konservate kontinuierlich, was sich auch in einem entsprechenden pH-Wert-Anstieg widerspiegelte. Das nachgewiesene NH_3 ist sicher auf die Harnstoffspaltung zurückzuführen, da eine Deaminierung im Siliergut weder durch proteolytische Pflanzenenzyme (zu hohe T-Gehalte) noch durch eine Clostridientätigkeit (buttersäurefreie Konservate) verursacht werden konnte. Die Bildung von Fermentationsprodukten war infolge der hohen T-Gehalte und des fehlenden Substrates eingeschränkt. Eine Stimulierung der Milchsäurebildung setzte jedoch ab einer zudosierten Harnstoffmenge von 4 g/kg FM ein; bei einer sehr hohen Zugabe (30 g/kg FM) hemmte die gebildete NH_3 -Menge aber auch die Laktobazillen. Die Essigsäurebildung wurde nur durch hohe Harnstoffgaben angeregt, wobei dies jeweils in Verbindung mit der Abnahme der Milchsäuregehalte auftrat. Die Verluste an organischer Substanz blieben unverändert. Ein deutlicher Einfluß der Harnstoffdosis auf die Schimmelbildung konnte nicht nachgewiesen werden. Sehr stark verschimmelte Konservate deuten auf Luftzutritt (undichtes Glas) hin, weshalb diese auch nicht in die Bildung der Durchschnittswerte der Fermentationscharakteristik eingingen. Die Tendenz zu einem leichten Schimmelbefall war bei den Konservaten der 1. Welkstufe und geringer Harnstoffdosis vorhanden. Ab 10 g/kg FM trat kein visuell erkennbarer Schimmelbefall mehr auf, was sicher auf die deutliche pH-Wert-Erhöhung infolge der NH_3 -Anreicherung zurückzuführen ist. Die visuelle Schimmelfreiheit wurde in diesem Versuch bei NH_3 -Gehalten > 0,45...0,60 % in der Silage-T erreicht, wogegen Küntzel und Pahlow (1980) in *in vitro*-Versuchen erst ab 0,75 % NH_3 eine nahezu vollständige Wachstumshemmung für Schimmelpilze vorfanden.

Die Erhöhung der NH_3 -Gehalte in den Silagen betrug bezogen auf die theoretisch mögliche Erhöhung entsprechend der Harnstoffzugabe bei der 1. Welkstufe durchschnittlich 46 % und bei der 2. Welkstufe durchschnittlich 34 % (vgl. Tab. 3). Es bestätigt sich damit eindrucksvoll die Abnahme der Harnstofflöslichkeit mit steigendem T-Gehalt. Es sollte darauf verwiesen werden, daß die NH_3 -Gehalte in stretchfolieumwickelten Kleinballen (ca. 15-18 kg Gewicht) bei gleicher Harnstoffzudosierung in der Regel nur bei ca. 2/3 der entsprechenden Varianten in Gläsern lagen (s. Tab. 4). Die aus Gläsern gewonnenen Ergebnisse sollten deshalb für folieumwickelte Ballen korrigiert werden. Genauere Aussagen können jedoch nur in Versuchen mit folieumwickelten Ballen erbracht werden.

Tabelle 2. Charakterisierung der Luzernekonserve in Abhängigkeit von der Höhe des Harnstoffzusatzes (Wekdauer 96 bzw. 144 h)

Harnstoff- zusatz g/kg FM	Trocken- substanz g/kg	Rest- zucker g/kg T	pH- Wert	Milch- säure g/kg T	Essig- säure g/kg T	Buttersäure + FFS \geq C ₄ g/kg T	Alkohol g/kg T	NH ₃ -N g/kg FM	Verlust an org. Substanz %	Schimmel	
0	515,5	35,3	5,64	15,1	9,9	0,0	4,6	0,8	1,6	2,1	<1 *
1 ^x	550,3	36,8	5,88	10,8	8,4	0,0	2,8	1,0	1,8	1,8	25 *
2	522,0	33,0	5,99	14,6	10,2	0,0	3,7	1,2	2,2	2,3	<1 *
4	497,1	26,7	5,96	28,0	12,0	0,2	4,7	1,6	3,3	2,7	0
6	490,7	22,1	6,10	30,2	11,9	0,0	4,8	2,0	4,1	3,3	1 *
8	511,5	19,8	6,55	31,5	12,5	0,0	4,8	2,5	4,8	3,6	<1 *
10	476,6	17,8	6,92	32,1	13,3	0,2	4,3	2,9	6,0	3,4	0
20	489,0	16,0	8,32	33,4	16,3	0,1	3,4	4,7	9,5	3,2	0
30	483,5	18,2	8,60	24,9	17,9	0,0	3,4	6,4	13,3	2,8	0
0 ^x	558,0	23,0	5,71	14,4	10,2	0,0	2,5	1,1	1,9	2,0	13 *
1	549,5	26,0	5,79	16,3	11,2	0,0	3,2	1,1	1,9	2,1	0
2	572,6	24,7	5,94	17,5	11,0	0,1	2,9	1,3	2,3	2,3	0
4	561,0	18,2	6,15	24,6	11,7	0,2	1,9	1,6	2,9	2,6	<1 *
6	581,6	17,3	6,46	22,8	10,7	0,0	2,4	2,2	3,7	2,6	0
8	572,7	16,2	6,85	20,9	11,5	0,0	2,4	2,3	4,0	2,9	0
10	552,0	14,3	6,87	25,6	13,1	0,1	2,9	2,5	4,5	3,2	0
20	582,4	19,4	8,25	19,6	13,5	0,0	1,9	4,0	6,9	2,5	0
30	590,1	20,8	8,68	9,7	17,5	0,0	1,5	4,7	8,0	2,2	0

FM - Frischmasse; FFS \geq C₄ - Flüchtige Fettsäuren mit \geq 4 C-Atomen; */**/** - Anzahl der verschimmelten Gläser;
x - Mittelwertbildung nur aus den schimmelfreien Gläsern (n=2)

Tabelle 3. Einfluß von Harnstoffzugaben ansteigender Höhe auf die Ammoniakgehalte der Silagen

Harnstoffzusatz		NH ₃ -Gehalt der Silagen		NH ₃ -Erhöhung durch den Harnstoffzusatz	theoret. mögl. Erhöhung ¹⁾	Erhöhung theoret. Erhöhung
g/kg FM	g/kg T	g/kg FM	g/kg T	g/kg T	g/kg T	%
0	0	0,8	1,6	-	0	-
1	2	1,0	1,8	0,2	0,8	25
2	4	1,2	2,2	0,6	1,7	36
4	8	1,6	3,3	1,7	3,4	49
6	12	2,0	4,1	2,5	5,1	48
8	16	2,5	4,8	3,2	6,8	47
10	20	2,9	6,0	4,4	8,5	52
20	41	4,7	9,5	7,9	17,4	46
30	61	6,4	13,3	11,6	25,9	45
<hr/>						
0	0	1,1	1,9	-	0	-
1	2	1,1	1,9	0,0	0,8	0
2	3	1,3	2,3	0,4	1,3	31
4	7	1,6	2,9	1,0	3,0	33
6	10	2,2	3,7	1,8	4,2	43
8	14	2,3	4,0	2,1	6,0	35
10	17	2,5	4,5	2,6	7,2	36
20	35	4,0	6,9	5,0	14,9	34
30	52	4,7	8,0	6,1	22,1	28

1) Umwandlungsrate ≈ 42,5 % (75 % Harnstofflöslichkeit u. NH₃-Anteil an Hydrolyse von 56,7 %) (Küntzel, 1991)

Tabelle 4. Ammoniakgehalte von Silagen nach Harnstoffzusatz in Abhängigkeit von der Siloform¹⁾

T-Gehalt des Siliergutes (g/kg)	NH ₃ -N-Gehalte in Abhängigkeit von der Siloform (g/kg T bzw. (g/kg FM))	
	Glas (Fassungsvermögen 2 l)	Kleinballen (stretchfolieummwickelt)
ca. 280 (1. Welkstufe)	60,4 (15,5)	42,9 (11,9)
ca. 350 (2. Welkstufe)	34,5 (12,2)	37,2 (12,7)
ca. 500 (3. Welkstufe)	16,1 (8,0)	11,5 (5,9)

1) Lagerungsdauer der Silagen 160 d; Harnstoffzusatz 30 g/kg Siliergut

- Alhadrami, G.; Huber, J.T.; Harper, J.M.; Al-Dehneh, A.* (1993): Effect of addition of varying amounts of urea preservation of high moisture alfalfa hay. *J. Dairy Sci.* 76: 1375-1386.
- Keller, Th.; Nonn, H.; Jeroch, H.* (1994): Efficacy of biological silage additives in lucerne silage making in plastic-wrapped big bales. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 2: 35.
- Knoka, S.; Küntzel, U.* (1983): Konservierende Wirkung von Harnstoff bei feuchtem Heu in Großballen ohne Abdeckung. *Das wirtschaftseigene Futter* 29: 195-206.
- Küntzel, U.* (1991): Stabilisierung von feuchtem Heu durch Konservierungsmittel. *Übers. Tierern.* 19: 87-132.
- Mir, Z.; Jan, E.Z.; Robertson, J.A.; McCartney, D.H.; Mir, P.S.* (1991): Effects of ammoniation of brome-alfalfa and alfalfa hay, stored as large round bales on preservation and feed quality. *Can. J. Anim. Sci.* 71: 755-765.
- Küntzel, U.; Pahlow, G.* (1980): Wasserfreies Ammoniak zur Konservierung von Feuchtheu. *Das wirtschaftseigene Futter* 26: 39-52.
- Schmidt, L.; Weißbach, F.; Block, H.-J.; Haacker, K.* (1982): Harnstoff als Konservierungsmittel bei der Lagerung feuchter Futterstoffe. 2. Mitteilung: Konservierung und Aufschluß von Stroh durch Harnstoffzusätze. *Arch. Tierern.* 32: 57-68.
- Weißbach, F.; Hein, E.; Schmidt, L.* (1977): Untersuchungen über die Wirkung und die optimale Dosis von Ameisensäure bei der Silierung eiweißreichen Grünfutters. XIII. Graslandkongr., Leipzig, 18.-27. 5.1977, 1285-1288.

Untersuchungen zur Landschaftspflege auf brachgefallenen Wacholderheiden und Steinobstwiesen am Trauf der Schwäbischen Alb*

Einleitung

Durch den Strukturwandel in der Landwirtschaft fallen im Bereich des Traufes der Schwäbischen Alb zunehmend Flächen brach. Im Versuchsgebiet, der Gemeinde Neidlingen, Lkrs. Esslingen, sind das zuerst Flächen im Gemeindebesitz, ehemalige Allmendflächen. Diese Flächen wurden bis zu Beginn dieses Jahrhunderts als Allmendweiden genutzt, mit dem Ende der Schafhaltung wurden sie mit Kirschen bepflanzt und pachtweise an die Einwohner vergeben. Inzwischen besteht kaum noch Nachfrage nach diesen Flächen.

Die von den Allmendweiden noch verbliebenen Restheiden (bei den Wacholderheiden der Schwäbischen Alb handelt es sich um *Gentiano-Koelerieten*, durch Verbrachung mit Arten der *Organietalia* und der *Mesobromion* Gesellschaften verzahnt) stellen wichtige Biotope für zahlreiche gefährdete Tier- und Pflanzenarten dar (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ 1988). Aufgrund ihrer isolierten Lage in der Gemarkung war seit 1950 eine Beweidung der Heiden nicht möglich. Im Zuge eines Beweidungskonzeptes für die Obstwiesen (Schafweide wurde hier auch aus historischen Gründen bevorzugt) war auch die Beweidung der Heiden wieder durchführbar. Da jedoch sowohl Heiden, als auch Teile der Steinobstwiesen lange brach lagen, waren die Bestände schlecht weidefähig: auf den Heiden dominierte *Brachypodium pinnatum* (Fiederzwenke), die einen dichten Filz aus schwerzersetzbaren Blattresten erzeugt, die Obstwiesen waren, insbesondere im Bereich der Baumscheiben mit Brennesselhorden (*Urtica dioica*) durchsetzt.

Die Bedeutung des *Brachypodium*- Filzes liegt zum Einen in der direkten Wirkung auf andere Arten (Verdrängung), zum Andern in der Wirkung auf den Standort: *Brachypodium* vermag N (Eintrag aus der Luft) hervorragend zu verwerten. Sie beginnt (verstärkt durch Polykormonbildung und daher dichttragenden Wuchs) die Magerrasen zu dominieren (BOBBINK & WILLEMS 1987). Unter der dichten organischen Auflage abgestorbener Blätter entwickelt sich ein für die Mineralisation günstiges Mikroklima, dieses führt zu höherer N-Mineralisierung und damit erneut zu einer Wachstumsteigerung der Fiederzwenke.

Das Projekt wurde vom Ministerium für Ländlichen Raum Baden-Württemberg finanziert.

*Institut für Pflanzenbau und Grünland, Fruwirthstr. 23, 70599 Stuttgart

Methoden

Die von *Brachypodium* dominierten Bestände wurden gemulcht um die Fiederzwenke an der Rückverlagerung von Nährstoffen in die Rhizome zu hindern und damit anderen Arten gegenüber zu schwächen (BOBBINK & WILLEMS 1987, BOBBINK ET AL. 1987). Gemulcht wurde mit Motorsense und Akkurasenschere, mit 5-facher Wiederholung auf drei Magerrasen-stand-orten. Ausgewertet wurde mittels Deckungsgradschätzung. Außer der "Kontrolle" sind die Varianten "Mulchen Oktober" und "Mulchen Mai und August" dargestellt.

Die *Urtica* dominierten Bestände der Obstwiesen wurden zusätzlich zur einsetzenden Beweidung gemulcht (ca. 5cm Stoppelhöhe) um den Anteil der Brennesseln zu reduzieren. Eine Variante mit Übersaat folgender Arten wurde angelegt: *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*. Ziel der Ansaat dieser standortsfremden Arten war es, die Brennessel zu verdrängen und nach dem zu erwartenden Weichen der angesäten Arten Etablierungsmöglichkeiten für standortsgemäße Arten zu bekommen. Die Auswertung erfolgte über Deckungsgradschätzungen auf je 10 Dauerquadraten.

Ergebnisse

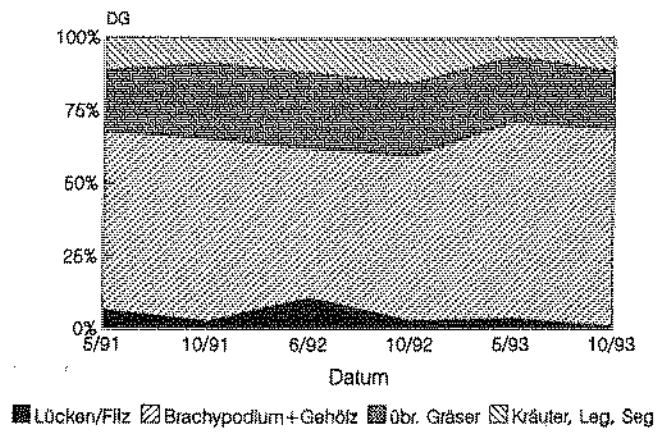
Entwicklung der Landnutzung

Die Bedeutung der Schafweiden (Magerrasen - *Gentiano Koelerietum*) im Neidlinger Tal ging seit 1680 ständig zurück: während um 1680 noch ca. 270ha nachweisbar sind (KIESER 1685), 1910 immerhin noch ca. 180ha (LANDESVERMESSUNGSAMT, TK 25, BLATT 7423, ERNEUERT 1910), existieren davon 1990 als Magerrasen noch ca. 20ha (eigene Erhebung). Diese 20ha sind z.T. in fortgeschrittener Sukzession und werden nur zum kleineren Teil beweidet. Im Gegenzug dazu nahmen Obstbauflächen (Streuobst) bzw. Dauergrünland stark zu, während Ackernutzung ebenfalls stark zurückging. Für die Landschaftspflege bot sich daher der Rückgriff auf die alte Nutzungsform "Schafweide" an.

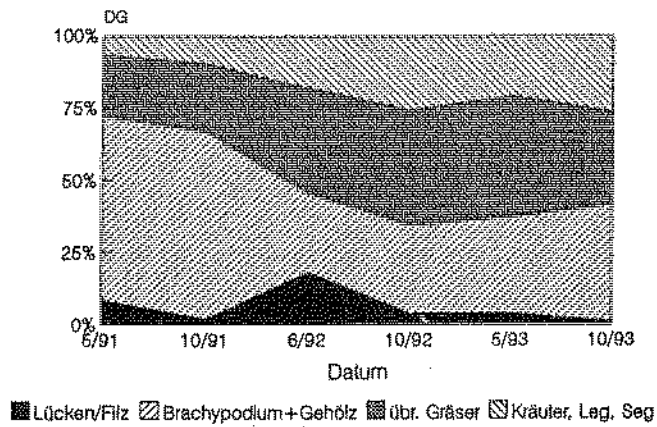
Reduktion der Fiederzwenke

Die Entwicklung der Deckungsgrade der Fiederzwenke unter den verschiedenen Mulchregimen ist in Abb.1. dargestellt. Daraus geht hervor, daß sich die Anteile der Fiederzwenke durch zweimaliges Mulchen/Jahr schon nach 2 Jahren gravierend reduzieren lassen.

Kontrolle



Oktober



Mai + August

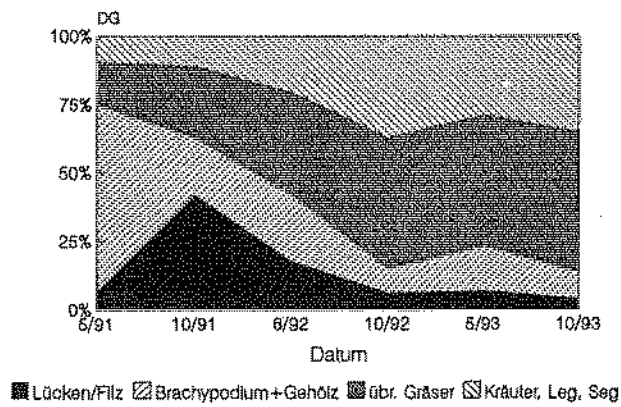


Abb. 1: Deckungsgrade versch. Artengruppen in den Magerrasen

Reduktion der Brennessel

Aus Abb.2. geht die Wirkung der eingesetzten Maßnahmen auf die Brennessel hervor: unter der Konkurrenz der angesäten Arten und zweimaligem Mulchen lassen sich die Deckungsgrade der Brennessel von ca. 80% auf ca. 10% zurückführen. Zweimaliges Mulchen ohne Nachsaat bringt dies nicht in dem Maße.

Resumé

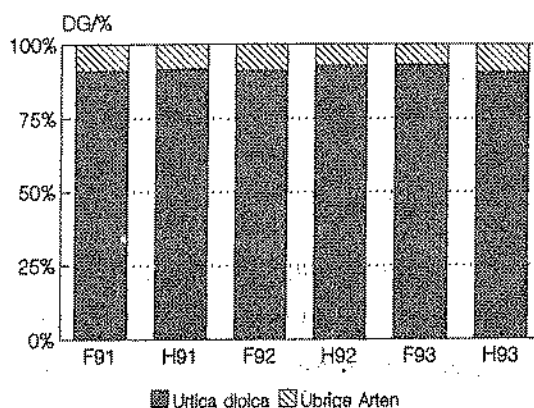
Landschaftspflege mit Schafen ist im Bereich der Schwäbischen Alb kein Novum, sondern Rückgriff auf alte Nutzungsformen.

Die Beweidbarkeit der Heiden läßt sich durch gelegentliches Ein-schalten einer Sommerpflege mit 2 maligen Mulchen verbessern bzw. erhalten. Die Beweidbarkeit der Streuobstwiesen läßt sich durch die Verdrängung der Brennessel durch 2maliges Mulchen mit Nachsaat konkurrenzstarker Arten und Entnahme einzelner Bäume verbessern.

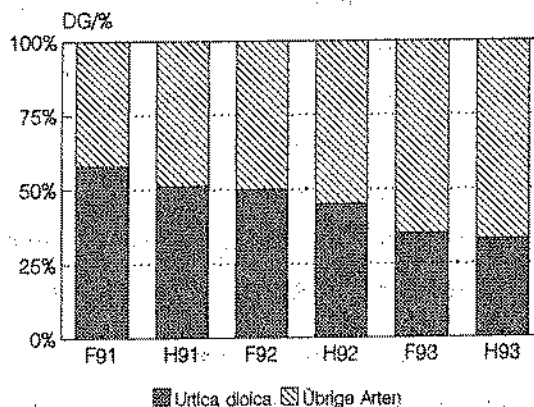
Literatur

- BOBBINK, R., J.H. WILLEMS, 1987: Increasing Dominance of *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. in Chalk Grasslands: A Threat to a Species-rich Ecosystem. *Biol. Cons.* 40: 301- 314.
- BOBBINK, R., H. DURING, J. SCHROERS, J. WILLEMS, R. ZIELMANN, 1987: Effects of Selective Clipping and Mowing Time on Species Diversity in Chalk Grassland. *Fol. Geobot. et Phytotax.* 22: 363- 376.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (HRSG.), 1988: Umweltbericht 1987, Karlsruhe
- MAURER, H. M. U. SCHIEK, 1985: *Andreas Kieser und sein Werk*, Stuttgart, Theiss.

Kontrolle



2 mal Mulchen



2 mal Mulchen mit Nachsaat

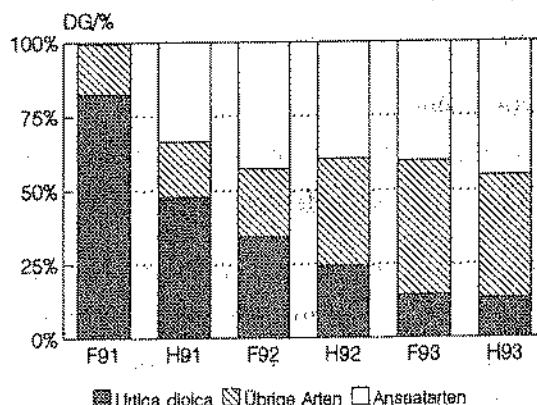


Abb. 2: Reduktion der Deckungsgrade versch. Artengruppen in den Obstwiesen

Bestimmung und Kartierung der Pflanzengesellschaften unter Berücksichtigung von Bioindikatoren

G.Adolf und S.Schäfer*

1. Problemstellung

Mit der großräumigen Unterschutzstellung ausgedehnter Teile der Elbaue ist das international von der UNESCO anerkannte Biosphärenreservat "Mittlere Elbe" mit mehr als 43000 ha das größte Schutzgebiet Sachsen-Anhalts. Es enthält mit dem Steckby- Lödderitzer Forst und der Dessau - Wörlitzer Kulturlandschaft gebietstypische Elemente dieses europaweit einmaligen Lebens- und Wirtschaftsraumes. Neben diesen bedeutsamen Zentren, wird das Gebiet an der mittleren Elbe durch großflächige Dauergrünlandflächen geprägt, die als Folge natürlicher und anthropogener Einflüsse entstanden sind und mit ca. 12000 ha mehr als ein Drittel dieser schützenswerten Flußlandschaft bestimmen. Rund 80 Prozent dieser im Ursprung artenreichen Pflanzengesellschaften befinden sich in der harmonischen Kulturlandschaft und Regenerationszone (Zone III und IV) des Reservates. Der Einfluß einer seit den 60'er Jahren zunehmenden intensiven Grünlandbewirtschaftung führte zur Zurückdrängung bzw. Unterdrückung standorttypischer Wiesenkräuter und Grasarten und blieb für schützenswerte Landschaftsteile nicht ohne Auswirkungen.

Das Ziel dieses standortbezogenen Forschungsprojektes besteht darin, die durch eine intensive Grünlandbewirtschaftung, insbesondere durch eine hohe Düngung, mangelnde Pflege und häufig dem Pflanzenbestand unangemessene Nutzungsform und Nutzungshäufigkeit verursachte Schädigung der Vegetation zu erfassen. Zu diesem Zweck sind für die einzelnen Grünlandtypen Erkenntnisse über die Wege und Möglichkeiten der Renaturierung und zukünftigen Pflege dieses Schutzgebietes zu erarbeiten und durch Langzeituntersuchungen zu dokumentieren.

2. Methoden

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im zentralen Teil der mittleren Elbe und erstreckt sich über die gesamte Fläche des Biosphärenreservates "Mittlere Elbe".

Den Schwerpunkt dieses Forschungsprojektes bilden Untersuchungen auf Grünlandflächen in nicht eingedeichten und durch Hochwasser und Sedimentationsprozesse beeinflussten Gebieten der ost-westlich ausgerichteten Elbaue unterhalb von Wittenberg bis Aken und dem Auengebiet bis nach Dornburg.

* Institut für Acker- und Pflanzenbau, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,

Emil-Abderhalden-Str.25, 06108 Halle/S.

Mit ausgewählten Beobachtungsflächen werden typische Auengrünlandstandorte in der landwirtschaftlich genutzten Kulturlandschaft repräsentiert. Standorte in Naturschutz-zonen weisen in der Regel hervorhebenswerte Merkmale einer extensiven Bewirtschaftung auf und dienen als Vergleichsflächen. Einen wesentlichen Bestandteil der Vegetationsuntersuchungen bilden die Erfassung der Arten und Schätzung ihrer Deckungsgrade, in Anlehnung an die Methode nach BRAUN-BLANQUET(1964). Ein- bis zweimal jährlich werden auf markierten Dauerquadraten (25m²) Bonituren und Auszählungen durchgeführt (vgl. Abb. 1).

- r: Einzelpflanzen
- +: 1 - 2% Deckung
- 1: 2 - 5% Deckung
- 2: 5 - 12% Deckung
- 3: 12 - 15% Deckung
- 4: 15 - 20% Deckung
- 5: > 50% Deckung

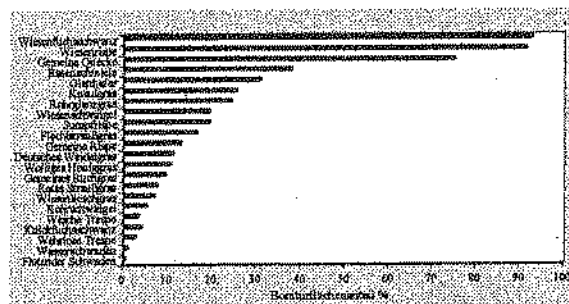


Abb. 1: Schätzungsintervalle und Deckungsgrade

Abb. 2: Vorkommen einzelner Grasarten

Unter Berücksichtigung der vorkommenden Kennarten erfolgt die Einordnung der Bestände in die entsprechenden Pflanzengesellschaften. Bioindikatoren einer intensiven Grünlandbewirtschaftung und Merkmale veränderter Standort- und Wachstumsfaktoren finden dabei besondere Beachtung.

In Parzellenversuchen werden auf Wiesenfuchsschwanz-Quecken- und Rohrglanzgras-Standorten Einflüsse differenzierter Bewirtschaftungs- und Nutzungsintensität geprüft.

3. Ergebnisse

Die untersuchten Grünlandbestände lassen die Einflüsse der Bewirtschaftung und Nutzung erkennen. Auf intensiv genutzten Flächen entwickelten sich häufig kennartenarme Pflanzengesellschaften mit instabiler Struktur. Extensiv bewirtschaftete Bestände waren häufig artenreicher(>35Arten) und konzentrierten sich auf Feuchtstandorte. Die folgenden Tabellen mit den Beispielen 1 bis 4 sollen diese Tatsache unterstreichen.

Einen Überblick über die strukturelle Verteilung der Pflanzenarten (n=182) in Abhängigkeit ihrer Deckungsanteile und das Vorkommen einzelner Grasarten auf den Boniturflächen vermitteln die Abb. 2 und Abb. 3.

Beispiel 1

Hauptbestandbildner:	Deckungsgrad
Gemeines Ruchgras (<i>Anthoxanthum odoratum</i>)	4
Wiesen-Segge (<i>Carex nigra</i>)	3
Wolliges Honiggras (<i>Holcus lanatus</i>)	3
Wiesen-Silau (<i>Silauum silauum</i>)	3
Wiesen-Rispe (<i>Poa pratensis</i>)	2
Wiesen-Labkraut (<i>Galium mollugo</i>)	2
Rasenschmiere (<i>Deschampsia caespitosa</i>)	1
Wiesen-Schwingel (<i>Festuca pratensis</i>)	1
Glatthafer (<i>Arrhenatherum elatius</i>)	1
Kriechender Hahnenfuß (<i>Ranunculus repens</i>)	1
Gemeines Hornkraut (<i>Cerastium holosteoides</i>)	1
Vielblütiger Hahnenfuß (<i>Ranunculus polyanthemus</i>)	1
Wilde Möhre (<i>Daucus carota</i>)	1
Schweden-Klee (<i>Trifolium hybridum</i>)	1
Weiß-Klee (<i>Trifolium repens</i>)	1
Spitz-Wegerich (<i>Plantago lanceolata</i>)	1

sonstige Arten:	
Gemeine Quecke (<i>Agropyron repens</i>), Schlanksegge (<i>Carex gracilis</i>), Rohr-Schwingel (<i>Festuca arundinacea</i>), Wiesen-Fuchsschwanz (<i>Alopecurus pratensis</i>), Rohr-Glanzgras (<i>Phalaris arundinacea</i>), Wiesen-Platterbse (<i>Lathyrus pratensis</i>), Gundermann (<i>Glechoma hederacea</i>), Kuckucks-Lichtmeike (<i>Lychnis flos-cuculi</i>), Sauer-Ampfer (<i>Rumex acetosa</i>), Gemeiner Löwenzahn (<i>Taraxacum officinale</i>), Wiesen-Schaumkraut (<i>Cardamine pratensis</i>), Ausdauerndes Gänseblümchen (<i>Bellis perennis</i>), Sumpf-Labkraut (<i>Galium palustre</i>), Frühlings-Scharbockskraut (<i>Ranunculus ficaria</i>), Rot-Klee (<i>Trifolium pratense</i>), Vogel-Wicke (<i>Vicia cracca</i>), Gemeiner Gilbweiderich (<i>Lysimachia vulgaris</i>), Acker-Winde (<i>Convolvulus arvensis</i>), Brennender Hahnenfuß (<i>Ranunculus flammula</i>), Gras-Sternmiere (<i>Stellaria graminea</i>), Gemeine Sumpfkresse (<i>Rorippa palustris</i>)	

Beispiel 2

Hauptbestandbildner:	Deckungsgrad
Glatthafer (<i>Arrhenatherum elatius</i>)	5
Wiesen-Rispe (<i>Poa pratensis</i>)	5
Wiesen-Fuchsschwanz (<i>Alopecurus pratensis</i>)	3
Acker-Kratzdistel (<i>Cirsium arvense</i>)	2
Frühlings-Scharbockskraut (<i>Ranunculus ficaria</i>)	2
Wiesen-Labkraut (<i>Galium mollugo</i>)	2
Gemeiner Löwenzahn (<i>Taraxacum officinale</i>)	2
Nordisches Labkraut (<i>Galium boreale</i>)	2
Rot-Schwingel (<i>Festuca rubra</i>)	1
Zypressen-Wolfsmilch (<i>Euphorbia cyparissias</i>)	1
Vogel-Wicke (<i>Vicia cracca</i>)	1
Kleiner Sauerampfer (<i>Rumex acetosella</i>)	1
Kleines Mädesüß (<i>Filipendula vulgaris</i>)	1
Sauer-Ampfer (<i>Rumex acetosa</i>)	1

sonstige Arten:	
Gemeines Knautgras (<i>Dactylis glomerata</i>), Rotes Straußgras (<i>Agrostis tenuis</i>), Gemeine Quecke (<i>Agropyron repens</i>), Goldhafer (<i>Trisetum flavescens</i>), Gamander-Ehrenpreis (<i>Veronica chamaedrys</i>), Vogel-Sternmiere (<i>Stellaria media</i>), Vielblütiger Hahnenfuß (<i>Ranunculus polyanthemus</i>), Frühlings-Hungerblümchen (<i>Erophila verna</i>), Gemeines Hirtentäschel (<i>Capsella bursa-pastoris</i>), Gundermann (<i>Glechoma hederacea</i>), Große Brennessel (<i>Urtica dioica</i>), Schafgarbe (<i>Achillea millefolium</i>), Wiesen-Schaumkraut (<i>Cardamine pratensis</i>), Wiesen-Glockenblume (<i>Campanula patula</i>), Doldiger Milchstern (<i>Ornithogalum umbellatum</i>), Knollchen-Stenbrech (<i>Saxifraga granulata</i>), Esels-Wolfsmilch (<i>Euphorbia esula</i>), Gemeines Hornkraut (<i>Cerastium holosteoides</i>), Echtes Labkraut (<i>Galium verum</i>), Wiesen-Platterbse (<i>Lathyrus pratensis</i>), Wiesen-Flockenblume (<i>Centaurea jacea</i>)	

Beispiel 3

Hauptbestandbildner:	Deckungsgrad
Wiesen-Rispe (<i>Poa pratensis</i>)	5
Wiesen-Fuchsschwanz (<i>Alopecurus pratensis</i>)	3
Weiche Tresspo (<i>Bromus mollis</i>)	3
Glatthafer (<i>Arrhenatherum elatius</i>)	3
Rot-Schwingel (<i>Festuca rubra</i>)	2
Gemeiner Löwenzahn (<i>Taraxacum officinale</i>)	2
Ehrenpreis (<i>Veronica spec.</i>)	2
Rotes Straußgras (<i>Agrostis tenuis</i>)	1
Gemeine Quecke (<i>Agropyron repens</i>)	1
Vogel-Wicke (<i>Vicia cracca</i>)	1
Acker-Kratzdistel (<i>Cirsium arvense</i>)	1
Gamander-Ehrenpreis (<i>Veronica chamaedrys</i>)	1
Gemeines Hirtentäschel (<i>Capsella bursa-pastoris</i>)	1
Kriechendes Fingerkraut (<i>Potentilla reptans</i>)	1
Wiesen-Labkraut (<i>Galium mollugo</i>)	1
Acker-Winde (<i>Convolvulus arvensis</i>)	1
Doldiger Milchstern (<i>Ornithogalum umbellatum</i>)	1
Sauer-Ampfer (<i>Rumex acetosa</i>)	1

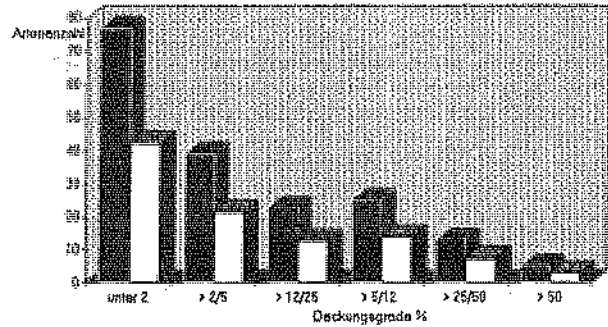
sonstige Arten:	
Wiesen-Schwingel (<i>Festuca pratensis</i>), Weißes Straußgras (<i>Agrostis stolonifera</i>), Vielblütiger Hahnenfuß (<i>Ranunculus polyanthemus</i>), Frühlings-Hungerblümchen (<i>Erophila verna</i>), Vogel-Sternmiere (<i>Stellaria media</i>), Wiesen-Schaumkraut (<i>Cardamine pratensis</i>), Schafgarbe (<i>Achillea millefolium</i>), Scharfer Hahnenfuß (<i>Ranunculus acer</i>), Kriechender Hahnenfuß (<i>Ranunculus repens</i>), Kleiner Sauerampfer (<i>Rumex acetosella</i>), Gelb-Klee (<i>Medicago lupulina</i>), Kleiner Wiesenknopf (<i>Sanguisorba minor</i>), Wiesen-Glockenblume (<i>Campanula patula</i>), Echtes Labkraut (<i>Galium verum</i>), Gemeines Hornkraut (<i>Cerastium holosteoides</i>), Kleines Mädesüß (<i>Filipendula vulgaris</i>), Weiß-Klee (<i>Trifolium repens</i>), Winden-Knöterich (<i>Polygonum convolvulus</i>), Zypressen-Wolfsmilch (<i>Euphorbia cyparissias</i>)	

Beispiel 4

Hauptbestandbildner:	Deckungsgrad
Rasenschmiere (<i>Deschampsia caespitosa</i>)	5
Wiesen-Rispe (<i>Poa pratensis</i>)	4
Gemeiner Löwenzahn (<i>Taraxacum officinale</i>)	4
Wiesen-Fuchsschwanz (<i>Alopecurus pratensis</i>)	3
Rot-Schwingel (<i>Festuca rubra</i>)	3
Nordisches Labkraut (<i>Galium boreale</i>)	3
Gemeine Quecke (<i>Agropyron repens</i>)	2
Rotes Straußgras (<i>Agrostis tenuis</i>)	1

sonstige Arten:	
Weiß-Klee (<i>Trifolium repens</i>), Vogel-Sternmiere (<i>Stellaria media</i>), Sauer-Ampfer (<i>Rumex acetosa</i>), Kuckucks-Lichtmeike (<i>Lychnis flos-cuculi</i>), Vielblütiger Hahnenfuß (<i>Ranunculus polyanthemus</i>), Echtes Barbskraut (<i>Barbarea vulgaris</i>), Wiesen-Glockenblume (<i>Campanula patula</i>), Gemeiner Gilbweiderich (<i>Lysimachia vulgaris</i>), Efeu-Ehrenpreis (<i>Veronica hederifolia</i>), Sumpf-Platterbse (<i>Lathyrus palustris</i>), Wiesen-Platterbse (<i>Lathyrus pratensis</i>), Gelb-Klee (<i>Medicago lupulina</i>), Pfennig-Gilbweiderich (<i>Lysimachia nummularia</i>), Sibirische Schwertlilie (<i>Iris sibirica</i>), Acker-Kratzdistel (<i>Cirsium arvense</i>), Echtes Labkraut (<i>Galium verum</i>), Vogel-Wicke (<i>Vicia cracca</i>)	

Abb.3: Verteilung der Arten in Abhängigkeit vom Deckungsgrad



Tab. 1:

Kulturbeeinflussung
typischer Grünland-
gesellschaften

Kulturbestandsart	Standort	etwisch bis mäßig			mäßig bis stark		stark bis sehr stark
Wiesenfuchsschwanz	Wechselfeucht Nährstoffarm	Blühfenchel Vielblütige Oranienbl.	Reithalm Ordnung Siedmähligung Küsterhalm	Stoppel	Blühfenchel Vielblütige Oliven-Strawwellsch.	Nachweilfrucht Stoppel	Blühfenchel Nachtweide Lieber Löschentel Oliven- u. Unterweilfrucht Nachtweide
Blühfenchel	Reichweide Lössweide Halm- u. Stoppel Ordnung- u. Weidenstoppel Ordnung- u. Stoppel Ordnung- u. Stoppel Wollgras- u. Stoppel Stoppel Vielblütige Stoppel	Blühfenchel Wiesenfuchsschwanz Nachtweide Küsterhalm Vielblütige Stoppel	Reithalm Küsterhalm Blühfenchel Wollgras- u. Stoppel Ordnung- u. Stoppel Wollgras- u. Stoppel Schilf Schilf- u. Stoppel Stoppel	Stoppel Reithalm Ordnung- u. Stoppel Schilf Stoppel	Blühfenchel Ordnung- u. Stoppel Wollgras- u. Stoppel Wollgras- u. Stoppel	Ordnung- u. Stoppel Blühfenchel Nachtweide Lieber Löschentel Vollgras Ordnung- u. Stoppel Küsterhalm Reithalm Wollgras Stoppel Vollgras	
Wiesenfuchsschwanz (Aureole)	Reichweide- u. Stoppel Ordnung- u. Stoppel	Ordnung- u. Stoppel	Reithalm Ordnung- u. Stoppel Schilf Ordnung- u. Stoppel Reithalm- u. Stoppel	Ordnung- u. Stoppel Fuchsschwanz	Ordnung- u. Stoppel Lieber Löschentel Ordnung- u. Stoppel	Ordnung- u. Stoppel Lieber Löschentel Ordnung- u. Stoppel Reithalm Wollgras Ordnung- u. Stoppel	

4. Schlußfolgerungen

Wiesenfuchsschwanz-Bestände der unterschiedlichen floristischen Ausprägungen sollten zwei bis dreimal genutzt werden. Eine Beweidung des ersten Aufwuchses und zu spätem Nutzungstermin ist vor allem dem Wiesenfuchsschwanz und Glatthafer abträglich. Bestände der Glatthaferwiesen sind einer Zweischnittnutzung zu unterziehen. In niederschlagsarmen Vegetationsperioden ist auf ausgehagerten Standorten eine einmalige, späte Mahd ausreichend.

Wechselfeuchte bis nasse Standorte mit artenreicher Vegetationsausstattung, wie die Spierstauden-Hahnenfuß- und Rasenschmielen-Brenndolden-Gesellschaft, sollten bei Ausbleiben einer futterwirtschaftlichen Nutzung pflegeorientiert, unter Beachtung der generativen Entwicklung wertvoller Kräuter, jährlich bis zu zweimal geschnitten werden.

Rohrglanzgrasbestände sind mindestens einmal spät, unter günstigen Wachstumsbedingungen und bei zunehmenden Anteilen an ruderalen Hochstauden zweimal zu schneiden. Die Mahd ufernaher Standorte ist im Winterhalbjahr möglich. Als Form einer pflegeorientierten Grünlandnutzung ist die Mahd der Beweidung vorzuziehen. Bei Einbindung extensiver Weideformen ist ein Pflegeschnitt bzw. eine Nachmahd einzuordnen. Ein Brachfallen von Grünlandflächen führt zur Entartung der Pflanzengesellschaften, zur Verdrängung ökologisch wertvoller Arten und Narbenauflockerung. Ein Beräumen der Pflanzensubstanz ist auf nährstoffreichen Überschwemmungsflächen notwendig. Ein großflächiges Mulchen sollte unterbleiben und sich vorrangig auf ausgehagerte Standorte beschränken.

5. Literatur

BRAUN-BLANQUET, J. 1964: Pflanzensoziologie, 3. Aufl., Springer Verlag

Kosten und Preise zur Erhaltung ökologisch wertvoller Grünlandtypen
D. Roth, W. Berger*

1. Einleitung

Extensiv genutztes Dauergrünland gehört zu den ökologisch und landeskulturell wertvollsten Bestandteilen unserer Kulturlandschaft. Nach RIEDER (1983) kommen im bewirtschafteten Dauergrünland 1 072 Pflanzenarten vor, davon sind 480 in ihrer Existenz bedroht.

Der Fortbestand vieler Extensivgrünlandtypen ist bei intensiver Landwirtschaft nicht mehr gewährleistet, da die Bewirtschaftungskosten die Erlöse z. T. beträchtlich übersteigen (Tabellen 1 und 2). Ihr dauerhafter Erhalt ist deshalb nur möglich, wenn die dafür erforderlichen Aufwendungen und Leistungen kostendeckend und gewinnbringend vergütet werden. Das bedeutet, daß der Landwirt auf seiner Nutzfläche nicht nur Nahrungsgüter oder Biorohstoffe erzeugt, sondern auch "öffentliche Güter" wie Biotope, Artendiversität und Landschaftsvielfalt und daraus einen Teil seines Einkommens realisiert (ROTH, BREITSCHUH u. BERGER 1994).

2. Kosten und Preise für die Erhaltung von ökologisch wertvollen Grünlandtypen

Eine wichtige Voraussetzung für die Bezahlung ökologischer und landeskultureller Leistungen bzw. der daraus resultierenden "Produkte" besteht darin, daß dafür begründete Preise vorliegen. Der Preis von stark verknappten Gütern, für die ein dauerhafter Bedarf besteht, wird wesentlich vom Aufwand bestimmt, der für ihre Herstellung erforderlich ist. Das gilt auch für die bisher scheinbar kostenlosen Extensivgrünlandtypen.

Die Preise für ökologische und landeskulturelle Güter sind in gleicher Weise zu kalkulieren wie für alle anderen Produkte, die der Landwirt erzeugt. Grundlage bilden die Kosten. Sie bestehen aus den Verfahrenskosten, aus den Festkosten (Abschreibungen, Instandhal-

* Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Str. 98, 07743 Jena

tung, Pachten, Leitungs- und Verwaltungsaufwand) sowie unumgänglichen Kapitalkosten (Zinsen, Tilgung). Ihnen sind optimale Auslastungsbedingungen sowohl bei den Arbeitsleistungen und dem Maschineneinsatz als auch für die baulichen Anlagen zugrunde zu legen. Aus den Gesamtkosten, einem Gewinnanteil von 5 % (mechanische Pflegeverfahren bzw. 10 % (tiergebundene Landschaftspflege) zur Sicherung erforderlicher Investitionen und der Mehrwertsteuer errechnet sich der (unverbindliche) Richtpreis. Entstehen mit den vorgeschlagenen Bewirtschaftungsformen gleichzeitig handelsfähige Produkte wie Fleisch, Heu oder verbrennbare Biomasse, dann sind die damit am Markt erzielbaren Erlöse vom Richtpreis für das ökologische Gut abzuziehen. Daraus ergibt sich als neue Kategorie der "mögliche Angebotspreis der Landwirtschaft" (einschließlich Mehrwertsteuer) für den jeweiligen Grünlandtyp. Da eine erlösbringende Aufwuchsverwertung meist an landwirtschaftliche Produktion gebunden ist, hat der Landwirt damit die Chance, einen günstigeren Angebotspreis für ökologische und landeskulturelle Leistungen zu unterbreiten als andere Unternehmen. Hieraus resultiert auch die Einsicht, daß Landschaftspflege, die losgelöst von der ursprünglichen landwirtschaftlichen Produktion erfolgt, einen zu hohen Aufwand für eine dann künstlich am Leben gehaltene Landschaft verursacht (s. u.a. FLASBARTH 1994).

In Tabelle 1 sind am Beispiel des "ökologischen Gutes" Kalkmagerweide die Kostenelemente und Gesamtkosten, der Richtpreis sowie der mögliche Angebotspreis der Landwirtschaft dargestellt. Die Gesamtkosten für den dauerhaften Erhalt der Kalkmagerweide belaufen sich danach auf 768,- DM/ha, der Richtpreis auf 845,- DM/ha ohne und auf 972,- DM/ha mit Mehrwertsteuer. Durch extensive Hüteschafhaltung ist beim derzeitigen Preisniveau ein Erlös von 310,- DM/ha zu erzielen. Der Landwirt - in diesem Fall der Schäfer - kann dadurch das ökologische Gut "Kalkmagerweide" für 535,- DM/ha ohne bzw. für 615,- DM/ha einschließlich Mehrwertsteuer erhalten bzw. "produzieren". Kosten und Preise für weitere ökologische Güter enthält Tabelle 2. Die erforderlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen wurden im Verband zur Förderung extensiver Grünlandwirtschaft abgestimmt (s. v. BORSTEL, BRIEMLE u.a. 1994).

Tabelle 1:

Kosten, Richtpreise und mögliche Angebotspreise für die Erhaltung eines Kalkmagerrasens durch Hüteschafhaltung

Unterstellung: 200 ha und 500 Mutterschafe für einen Schäfer (in DM/ha)

Gesamtkosten		Richtpreise		möglicher Angebotspreis der Landwirtschaft	
Material ¹⁾	90,-	Gesamtkosten Gewinn (10 %) (Mehrwertsteuer	768,- 77,- 127,-)	Richtpreis abzüglich Erlöse: · Lammfleisch · Fleisch Alttiere · Wolle	845,- (972,-) 270,- 35,- 5,-
Lohn- und Lohnnebenkosten ²⁾	300,-				
Maschineneinsatz	45,-				
Maschinenabschreibung	80,-				
Gebäudeunterhaltung und Abschreibung	25,-				
Sonstige tiergebundene Aufwendungen ³⁾	96,-				
Allg. Betriebsaufwand ⁴⁾	30,-				
Pacht	55,-				
Zinsen ⁵⁾	47,-				
Σ	768,-	ohne MwSt. (mit MwSt.	845,- 972,-)	ohne MwSt. (mit MwSt.	535,- 615,-)

¹⁾ Kraft- u. Mineralfutterzukauf; ²⁾ 20,- DM/Akt; ³⁾ Einzäunung, Bock- und Hundehaltung, Tierarzt, Schafschur, Kleinreparaturen; ⁴⁾ Versicherungen, Gebühren, Beiträge u.a.; ⁵⁾ Anlagevermögen, Umlauf- und Viehvermögen

Die Preise werden sowohl mit als auch ohne Mehrwertsteuer angegeben. Darüber hinausgehende Informationen sind dem Kosten- und Preiskatalog für ökologische und landeskulturelle Leistungen im Agrarraum (BERGER und ROTH 1994) zu entnehmen. Mit Hilfe dieses Kataloges ist auch das jeweils geeignetste sowie preisgünstigste Verfahren für die Landschaftspflege auszuwählen.

3. Finanzierung ökologischer Leistungen der Landwirtschaft

In Abbildung 2 werden die möglichen Angebotspreise der Landwirtschaft zur Erhaltung eines bestimmten Grünlandtyps mit den Erlösen aus Förderbeträgen für Extensivgrünland nach dem Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) Thüringen und aus derzeit gültigen Mutterschaf- und Mutterkuhprämien verglichen. Es zeigt sich, daß Grünlandtypen, die durch extensive Weidenutzung zu erhalten sind, in der Regel eine ausreichende Förderung erfahren. Problematischer wird es da-

gegen bei der Erhaltung von Wiesen. Hier reichen die Beträge nur dann aus, wenn gezielte Naturschutzauflagen erfüllt und dafür zusätzliche Fördermittel gezahlt werden.

In allen Fällen ist auch für die Landschaftspflege eine rationelle Verfahrensgestaltung erforderlich, um die Kosten so niedrig wie möglich zu halten. Dieses Grundprinzip ist allerdings auf stark hängigen, oftmals schwer zugänglichen und/oder kleinräumigem Grünland in Splitterlagen (z. B. in den schmalen Bachtälern der Mittelgebirge) schwierig zu realisieren. Beim Einsatz von Einachsmotormähern und hohem Handarbeitsaufwand zur Futterwerbung steigen die Kosten sehr rasch auf Größenordnungen zwischen 1 000,- und 2 000,- DM/ha an (BERGER und ROTH 1994). Dafür reichen die Förderbeträge auch bei Gewährung der in Tabelle 2 enthaltenen Zuschläge für Naturschutzauflagen nicht aus. Eine Folge davon ist, daß mit Hilfe von KULAP zwar ein großflächiges Offenhalten der Kulturlandschaft weitgehend gelungen, die Erhaltung der kleinräumigen noch vorhandenen wertvollen Grünlandtypen, die der Intensivierung der vergangenen 30 Jahre entgangen sind, durch Einstellung jeglicher Nutzung aber weiterhin stark gefährdet ist.

Literatur

- BERGER, W. und D. ROTH: Kosten- und Preiskatalog für ökologische und landeskulturelle Leistungen im Agrarraum. Thür. Landesanstalt f. Landw. Jena, 1994 (Sonderheft)
- v. BORSTEL, U.; BRIEMLE, G.; HOCHBERG, H.; KNAUER, N.; RIEDER, J.; ROTH, D. und W. BERGER: Positionen zur Problematik "Bewertung ökologischer Leistungen der Grünlandbewirtschaftung". Verband z. Förderung extensiver Grünlandwirtschaft e. V., Berlin 1994
- FLASBARTH, J.: In "Pflegefall Landschaft ist nicht versichert". Thür. Landeszeitung vom 28.03.1994
- RIEDER, J.: Die Bewertung ökologischer Ziele und Leistungen der Grünlandbewirtschaftung. Bayer. Landesanst. f. Bodenkultur u. Pflanzenbau 1993, unveröff. Manuskript
- ROTH, D.; BREITSCHUH, G. und W. BERGER: Vorschläge zur Vergütung ökologischer Leistungen der Landwirtschaft. Neue Landwirtschaft Berlin, 1994 (eingereicht zum Druck)

Tabelle 2:

Beispiele für Kosten, Preise und Fördermittel zur Erhaltung ökologisch wertvoller Grünlandtypen
(DM/ha und Jahr, mittlere Bedingungen)

Objekt	Erforderliche Maßnahmen	Aufwuchsverwertung	Gesamt-kosten + Gewinn	mögl. sub-ventionst. Erlöse	Angebotspreis d. Ldw.		Förderung n. KULAP (Thür.) u. Tierprämien ¹⁾
					m. MwSt.	o. MwSt.	
▶ Extensive Weidenutzung							
- Borstgrasrasen (Nardetalia)	Beweidung	Schafhut (300 MS, 2 MS/ha) Mutterkühe (80 MK, 0,5 MK/ha)	985 1290	4 730	776 644	675 560	654 562
- Kalkmagerweide (Mesobromion)	Beweidung	Schafhut (500 MS, 2,5 MS/ha)	845	310	615	535	680
- Rotstängel-Rotstraußgrasweide (Festuco-Cynosuretum)	Mähstandweide (einschl. Winterfütterergewinnung) NPK-Düngung	Mutterkühe (150 MK, 0,6 MK/ha)	1315	730	673	585	584
▶ Ein- bzw. Zweischnittnutzung							
- Kleinseggenwiese (Caricion fuscae bzw. davallianae)	Milchen sowie Mahd und Mähgutentfernung (im jährl. Wechsel)	— Einstreu	325	—	370	325	300 ²⁾ (max. 800 ²⁾)
- Pfeifengras-Streuweide (Molinion)	Milchen sowie Mahd und Mähgutentfernung (im jährl. Wechsel)	— Einstreu	365	—	420	365	300 ²⁾ (max. 800 ²⁾)
- Kalkmagerweide (Mesobromion)	Einschnittnutzung im jährl. Wechsel mit Mulchen	Heu (20 dt/ha)	290	100	219	190	300 ²⁾ (max. 500 ²⁾)
- Trockene Glatthaferwiese (Arrhenatherion brometosum)	Einschnittnutzung (n. Mitte Juli), PK-Düngung	Heu (20-25 dt/ha)	650	230	483	420	300 ²⁾ (max. 500 ²⁾)
- Typische Glatthaferwiese (Arrhenatherion)	Zweischnittnutzung NPK-Düngung	Heu (insges. 45 dt/ha)	1 265	900	420	365	300 ²⁾
- frische und wechselfeuchte Glatthaferwiese (Arrhenatherion)	Zweischnittnutzung NPK-Düngung	2 x Heu (insges. 60 dt/ha) o. 1 x Grünfütter (90 dt/ha) u. 1 x Silage (75 dt/ha)	1 605 1 510	1 200 945	466 650	405 565	300 ²⁾
- nährstoffreiche Naßwiese (Calthion)	Zweischnittnutzung PK-Düngung	2 x Heu (insges. 65 dt/ha) o. 1 x Heu (30 dt/ha) u. 1 x Mulchen	1 615 1 005	975 450	736 638	640 555	300 ²⁾ (max. 800 ²⁾) 300 ²⁾ (max. 600 ²⁾)
- Goldhaferwiese (Polygono-Trisetion)	Zweischnittnutzung NPK-Düngung	1 x Grünfütter (90 dt/ha) u. 1 x Heu (30 dt/ha) o. 2 x Heu (65 dt/ha)	1 345 1 560	870 1 300	546 300	475 260	— 300 ²⁾

¹⁾ Mutterschaf- bzw. Mutterkuhprämie; ²⁾ Förderung durch TMLF; ³⁾ bei Erfüllung zusätzl. Naturschutzaufgaben und Anerkennung durch die Naturschutzbehörde (Förderung durch TMUL) TLL 1994, BERGER u. ROTH

Untersuchungen zur Kartierung von Grünland-Vegetationsdecken mit Hilfe von GPS (Global Positioning System)

Seifert, A.* Dr.-Ing.
Six, U.* Dipl.-Math.
Trettin, R.* cand. Ing.
Pausch, St.* Dipl.-Inf.

Teller, H.** Dipl.-Ing.

Problemstellung

Zahlreiche Thüringer Grünlandgebiete zeichnen sich durch eine reiche Strukturierung, heterogene Standortverhältnisse und eine Vielzahl von Vegetationstypen und Biotopen aus. Besonders umfangreich sind ökologisch wertvolle Wiesen in Kerbtälern, auf Plateau- und Flachhanglagen sowie auf kleinen Rodungsinself.

Die landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche aber auch touristische Nutzung greift gravierend in die Vegetationsdynamik ein. Der inzwischen vollzogene Wandel in der Wirtschaftsweise der Land- und Forstwirtschaft sowie die zunehmende kommerzielle Erschließung dieser Gebiete für den Fremdenverkehr wirken sich bereits gravierend auf die Struktur der Landschaften und deren Arteninventar aus. Für die Landnutzung gewinnt die Ausprägung eines standortgerechten Wirtschaftens im Spannungsfeld von Ökologie und Ökonomie eine erstrangige Bedeutung, was im Bereich der Landwirtschaft zur Einführung extensiver Wirtschaftsweisen sowie gezielter Biotoppflege führen muß. Extensive Grünlandbewirtschaftung und Landschaftspflege auf Grünlandbiotopen ist eine Voraussetzung für die nachhaltige Entwicklung ökologischer Wirtschaftsregionen. Für Planungen sowie konkrete Umsetzungen umweltverträglicher Konzepte sind flächendeckende und flurstücksgenaue Informationen betreffs Ausstattung und Zustand der Flächen dringend erforderlich.

Zielstellung

Das Ziel dieser Arbeit bestand darin, die prinzipielle Eignung des Global Positioning System (GPS) zur Erarbeitung von flurstücksbezogene Primärdatenmaterial zu untersuchen. Aufbauend auf diese Informationen sind Entscheidungshilfen abzuleiten, denen sowohl die naturschutzfachlichen Zielvorstellungen als auch die realen Gegebenheiten einer regionaltypischen Landnutzung zugrunde liegen.

Als Referenzgebiete dienten zwei charakteristische Naturräume:

1. Kalkmagerrasengebiet der Ohrdruffer Muschelkalkplatte am Nordabfall des Thüringer Waldes (Abbildung 1).
2. Kerbsohlental im Schwarzatal/ westliches Thüringer Schiefergebirge (Abbildung 2).

Für das erste Gebiet, das einen stark strukturierten, parkähnlichen Charakter aufweist, ist die Entwicklung eines flächenkonkretes Landnutzungs- und Pflegekonzeptes angedacht.

Die Untersuchungen im zweiten Gebiet dienten mehr dem Anliegen, Grenzen der Aufnahme von Biotopen mit GPS kennenzulernen. Prinzipiell sind die mit den GPS aufgenommenen Informationen in ein Geografisches Informationssystem (GIS) zu überführen und mit digitalisierten Katasterkarten zu verschneiden.

* FhG-Institut IITB Karlsruhe, Einrichtung für Prozeßoptimierung, 10117 Berlin, Kurstraße 33

** TLL, SG Grünland und Futterbau, 99869 Wandersleben, Bahnhofstr. 1a

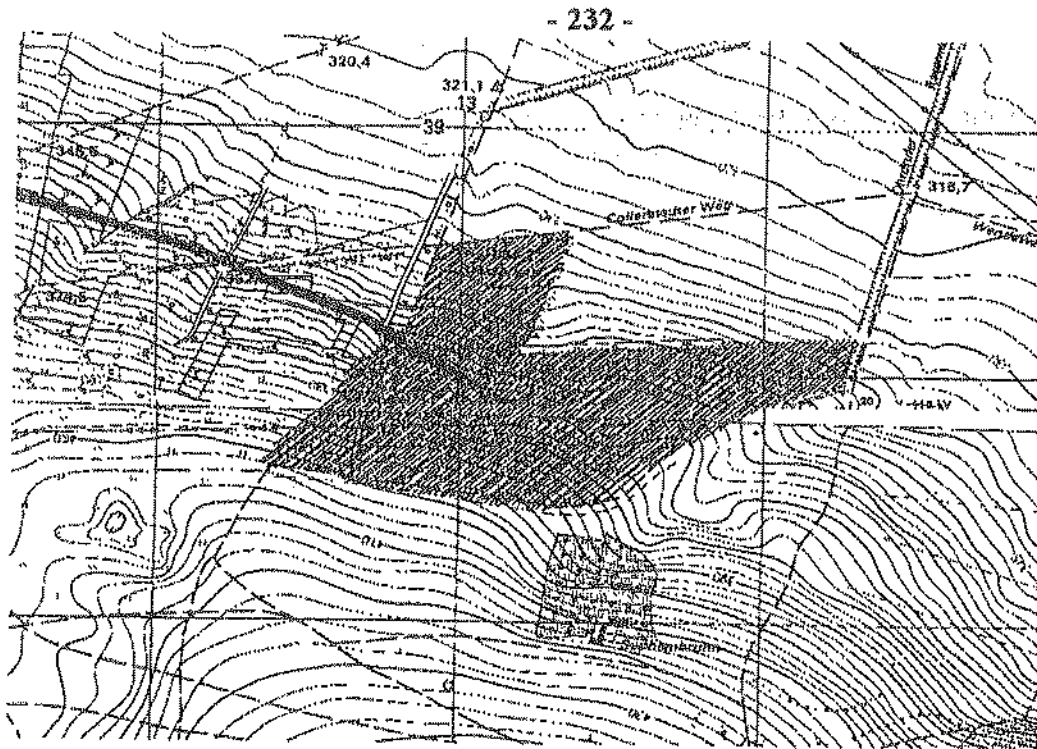


Abbildung 1: Untersuchungsgebiet Ohrdruffer Muschelkalkplatte (Magerrasengesellschaften)

Was ist GPS ?

GPS im vorliegenden Fall NAVSTAR-GPS ist ein von den Streitkräften der USA entwickeltes satellitengestütztes Ortungssystem (GLONASS = System von GUS). Das System kann zivil genutzt werden (Nutzung an sich ist kostenlos).

Für eine 3-dimensionale Ortung in Echtzeit ist die **Sichtverbindung zu mindestens 4 Satelliten** Voraussetzung (x-,y-,z-Koordinate und Zeit),

Prinzipiell existieren verschiedene Meßmethoden, die unterschiedliche Ausrüstung und damit Aufwendungen erfordern, und die sowohl eine unterschiedliche Genauigkeit liefern als auch differenziertes Zeitverhalten besitzen.

Da die Satellitendaten für zivile Zwecke nur verrauscht zu empfangen sind, können **Genauigkeiten unter 10m nur mit differentiellen GPS (DGPS) erreicht werden**, d.h. eine Station befindet sich auf einem bekannten Punkt (Zentrale) und mißt ständig. So wird der Fehler ermittelt, der in die Berechnung der Position der mobilen Station eingeht.

Für die Aufnahme von Biotopen kommen bei einer angenommenen Genauigkeit von 1-3m der

- **kinematische Betrieb** (Auswertung off-line, d.h. nach abgeschlossener Messung)
- **real-time Betrieb** (Auswertung on-line, Position ist sofort erkennbar, Funkverbindung ist notwendig)

in Frage.

Ergebnisse der Untersuchungen

Die Untersuchungen wurden geführt mit einem System für den real-time Betrieb. Bezüglich des Einsatzes des DGPS Systemes gab es in beiden Untersuchungsgebieten **keine Schwierigkeiten**. Allerdings standen im Referenzgebiet 2 (Kerbtal) für den mobilen Empfänger **aufgrund der Abschattung weniger Satelliten** zur Verfügung. Einschränkungen gab es lediglich hinsichtlich der Stromversorgung des Notebooks. Die größten **Probleme** ergaben sich bezüglich der **Eingabe von Sachdaten**, die für den Testbetrieb nicht gelöst waren.

In der Vorbereitung wurden die zugehörigen Katasterkarten und die Auszüge aus der TK 10 digitalisiert. Insbesondere die koordinatenmäßige Zuordnung der Flurkarten erforderte größere Mühen.



Abbildung 2: Untersuchungsgebiet Schwarza-Tal (Kerbsohlental mit Feuchtwiesen)

Zusammenfassung

DGPS stellt ein **sehr branchbares Verfahren** zur Aufnahme von Daten (Biotopaufnahme) für geographische Informationssysteme dar. Natürlich steigen entsprechend den Anforderungen die Aufwendungen für die Ausrüstung. Einfache Empfänger sind sowohl bezüglich der Genauigkeit wie auch der Weiterverarbeitung der Daten in GIS nicht geeignet.

Vorteilhaft wirkt sich aus, daß von dem Bearbeiter vor Ort, der die Aufnahme durchführt, **keinerlei Kenntnisse des Vermessungswesens und der GPS-Technik** verlangt werden.

Eine Zusammenarbeit mit dem zuständigen Landesvermessungsamt ist sehr zu empfehlen und wurde auch für obige Untersuchungen gepflegt.

Gravierend wirkt sich zur Zeit die **mangelhafte Eingabe von Sachdaten** aus. Aus Recherchen ist zu ersehen, daß Strings im Bereich bis maximal 50 Zeichen möglich sind. Es existieren Vorstellungen diese Situation zu ändern. Es bedarf dabei aber der **Mitarbeit der Nutzer**.

Real-time-GPS ermöglicht darüber hinaus die genaue Positionierung von Messungen im Gelände (Bodenproben) und z.B. von einzelnen Pflanzen, die über Jahre beobachtet werden.

Reduzierung der Quecke auf Niedermoor ohne Umbruch und Herbizide

R. Bockholt, S. Eich

1. Einleitung

Auf vielen Niedermoorgrünlandstandorten der neuen Bundesländer hat die Gemeine Quecke (*Elytrigia repens* DESV., *Agropyron repens* P.B., *Triticum repens* L.) anteilmäßig stark zugenommen. Als Ursachen werden die im Rahmen der Intensivierung durchgeführten Narbenumbrüche nach Hydromelioration und die erhöhte N-Düngung angesehen.

Die Quecke wirkt nach KÄDING u. a. (1990) nicht nachteilig auf den Ertrag an Futtermasse. Infolge reduzierter Futteraufnahme bei hohen Anteilen sowie negativer Beeinflussung der Keimung und Jugendentwicklung eingesäter Gräser wird jedoch bei Erreichen höherer Bestandsanteile eine Bekämpfung empfohlen. Nach bisheriger Erfahrung ist eine Rückdrängung der Quecke nur durch Anwendung von Vollumbruch mit Zwischennutzung bzw. nach Anwendung chemischer Bekämpfungsmethoden möglich. Nachsaaten in Bestände mit hohem Queckenanteil wurden im allgemeinen als zwecklos erachtet. (BREUNIG, MÄRTIN, WOJAHN, 1986; BAUER u. PÄTZOLD, 1991). Diese Ansichten bestätigen auch Untersuchungen von PIEHL (1993), deren Ergebnisse eine deutliche Überlegenheit der traditionellen Bekämpfungsmethoden gegenüber Nachsaaten bewiesen.

Ziel der vorliegenden Untersuchungen ist die Prüfung der Möglichkeit, die Quecke auf Niedermoor umbruchlos und ohne Herbizideinsatz zurückzudrängen. Die gestellten Bedingungen entsprechen den Vorschriften im "Ökologischen Landbau" und den Vorstellungen über eine umweltgerechte Niedermoornutzung.

2. Material und Methoden

Als Versuchsstandort wurde ein sehr tiefgründiges eutrophes Durchströmungsmoor gewählt, welches als Torfart Riedtorf und als Bodenentwicklungsstufe vorwiegend Mulm aufweist. Das Moor befindet sich im Einzugsgebiet der nördlichen Peene.

Der Versuch wurde im Frühjahr 1991 mit folgenden Prüffaktoren angelegt:

1. Einsaat verschiedener Grasarten

- ohne Einsaat
- Ausdauerndes Weidelgras (*Lolium perenne* L.), Sorte Hübal mit Mooreignung
- Knautgras (*Dactylis glomerata* L.), Sorte Trebina

2. Erhöhung der Nutzungsintensität 3. Reduzierung der Düngung

- | | |
|--------------|----------------|
| - 2 Schnitte | - NPK-Düngung |
| - 4 Schnitte | - PK -Düngung |
| - 6 Schnitte | - ohne Düngung |
| - 8 Schnitte | |

In den gedüngten Varianten sind jährlich 120 kg N in geteilten Gaben, 30 kg P sowie 120 kg K verabreicht worden.

Grünmasse- und Trockenmasseerträge wurden je Aufwuchs ermittelt, die Bestandeszusammensetzung über Ertragsanteilschätzungen erfaßt. In bezug auf die Futterqualität erfolgte eine Untersuchung wesentlicher Parameter wie TS-Gehalt, N- und Rohaschegehalt in der Trockensubstanz sowie Zellulaselöslichkeit der organischen Substanz als Voraussetzung zur Schätzung der MJ NEL.

3. Ergebnisse

3.1 Bestandesentwicklung

Die Steigerung der Nutzungshäufigkeit übte den stärksten Einfluß auf die Ertragsanteilreduzierung der Quecke aus, wobei dieser Effekt durch die Einsaaten verstärkt wurde (Tab.1). In jedem Fall wiesen die Varianten ohne Einsaat einen höheren Queckenanteil auf als die Einsaatvarianten. Von den eingesäten Grasarten war das Ausdauernde Weidelgras im Vergleich zu Knaulgras im Mittel ein stärkerer Konkurrent der Quecke, jedoch wurden erst bei 4 Schnitten und mehr höhere Ertragsanteile erreicht. Weidelgras nahm Anteile bis zu 80% ein, während Knaulgras mit Anteilen von bis zu 70% unterlegen war. Lediglich unter den Bedingungen der 2-Schnittnutzung konnte sich das Knaulgras mit 17% gegenüber dem Ausdauernden Weidelgras mit 8% Ertragsanteil besser behaupten. Bei 8 Nutzungen pro Jahr war das Optimum der Nutzungshäufigkeit für beide Einsaatvarianten überschritten, aber auch die Quecke konnte davon nicht mehr profitieren.

NPK-Düngung wirkte sich bei 4 bis 8 Schnitten positiv auf die Ertragsanteile der eingesäten Grasarten zulasten von Kräutern und restlichen Gräsern aus, die insbesondere in Form von Rispenarten vertreten sind. Auch die Quecke wurde durch NPK-Düngung gefördert.

Unter der Voraussetzung einer 2-maligen Schnittnutzung pro Jahr blieb die Quecke in ihrem ursprünglichen Ertragsanteil von 70 bis 80% erhalten. Sie gewann den Konkurrenzkampf um das Licht und bleibt durch günstige Bedingungen für die Reservestoffeinlagerung auch bei Reduzierung der Düngung unbeeinflusst. Ab 4 Schnitten wurde sie auch ohne Einsaat auf 20 bis 40% reduziert. Die Lücken sind durch Rispen, Kräuter (insbesondere Löwenzahn, Kriechhahnenfuß, Gundermann) und auch Weißklee eingenommen worden.

3.2 Erträge

2-Schnittnutzung mit 70 bis 90% Queckenanteil, NPK-Düngung und die Einsaat beider Grasarten führten zu signifikanten Mehrerträgen an Trockenmasse je ha (Tab.2), signifikante Wechselwirkungen ergaben sich durch die Prüffaktoren Einsaat und Nutzungshäufigkeit. Der absolut höchste Trockenmasseertrag von 120 dt/ha wurde mit höchsten Queckenanteilen in der Variante 2-Schnittnutzung, ohne Einsaat und mit NPK-Düngung erreicht.

Unter der Bedingung der 4-Schnittnutzung wurden günstigste TM-Erträge von ca. 100dt durch Knaulgraseinsaaten mit NPK-Düngung erzielt. Ab 6 Nutzungen pro

Jahr waren Einsaaten von Ausdauerndem Weidelgras mit einem Ertragsniveau zwischen 80 und 100dt TM/ha am günstigsten, wobei der Ertrag durch NPK-Düngung in der Variante 8 Nutzungen die größte Steigerung erfuhr.

3.3. Parameter der Futterqualität

Auch die Parameter der Futterqualität wurden durch gesteigerte Nutzungshäufigkeit am stärksten beeinflusst.

N-Gehalt, Rohasche-Gehalt und Zellulaselöslichkeit der organischen Substanz (in-vitro-Verdaulichkeit) waren bei häufiger Nutzung signifikant erhöht, der Gehalt an Trockensubstanz besonders durch Übergang von der 2-Schnittnutzung zu höheren Schnitffrequenzen deutlich reduziert.

Die NPK-Düngung bewirkt lediglich eine signifikante Erhöhung des Rohaschegehaltes im 1. Aufwuchs.

Einsaaten senkten in Übereinstimmung mit der Reduzierung des Queckenanteiles den N-Gehalt des Futters signifikant. Lediglich die Einsaat von Ausdauerndem Weidelgras bewirkte im Hinblick auf die Zellulaselöslichkeit und nur in den Folgeaufwüchsen signifikante Vorteile.

4. Zusammenfassung und vorläufige Schlußfolgerungen

Die Erhöhung der Nutzungsfrequenz ist die entscheidende Maßnahme, wenn die Quecke auf Niedermoorstandorten reduziert werden soll. Unter dieser Voraussetzung gelingen auch Einsaaten selbst mit der umstrittenen Scheibendrillmaschine. Durch Einsaaten wird der Effekt der Ertragsanteilreduzierung erhöht. NPK-Düngung fördert sowohl die Quecke als auch die eingesäten Kulturgräser Knaulgras und Ausdauerndes Weidelgras, wodurch die begleitenden Rispen und Kräuter, die bei häufiger Nutzung bevorteilt sind, wiederum anteilmäßig verlieren.

Auf Schnittflächen mit 2-maliger Nutzung ist keine der geprüften Maßnahmen gegen die Quecke kurzfristig wirksam. Da unter dieser Voraussetzung mit Queckenbeständen höchste Trockenmasseerträge erreicht werden und Qualitätsbeeinflussung nicht nachweisbar ist, ist es zweckmäßig, bei 2 Schnitten mit der Quecke Heu zu produzieren. Bei reduzierter Düngung scheint die Rückwandlung in eine Glatthaferwiese langfristig möglich (erste Exemplare wandern ein). Ob die Wirkungsrichtungen der rein theoretischen Varianten sehr häufiger Schnittnutzung denen der praktisch möglichen Varianten sehr häufiger Weidenutzung entsprechen, bleibt Fragestellung zukünftiger Forschungsarbeiten.

Literatur:

- BAUER, U.; PÄTZOLD, H.: Möglichkeiten und Verfahren zur Verbesserung der Grünlandnabe durch Nachsaaten.- Feldwirtschaft 32 (1991) 2, 63-64
BREUNING, W.; MÄRTIN, B.; WOJAHN, E.: Futterproduktion. Berlin, 1986, 387 S.
KÄDING, H. u.a.: Wert der Quecke (*Agropyron repens* L.) auf Graslandstandorten.- Arch. Acker- Pflanzenbau und Bodenkunde.- Berlin 34 (1990) 10, 723-728
PIEHL, M.: Dissertation A, Rostock 1993

Tab. 1: Mittelwerte der Ertragsanteilschätzung 1992/1993 (%)

Prüf-faktoren	Weißklee	Kräuter	Quecke	eingesäte Gräser	restliche Gräser
Nutzung					
2 Schnitte	0	9	69	7	15
4 Schnitte	0	22	11	43	24
6 Schnitte	1	27	11	41	20
8 Schnitte	1	17	21	30	31
Düngung					
ohne	0	20	27	27	26
P, K	2	21	27	28	22
N, P, K	0	16	29	36	19
Einsaat					
ohne	1	29	39	0	31
Weidelgras	1	13	23	51	13
Knautgras	0	15	22	39	24

Tab. 2: Mittelwerte des Ertrages und wesentlicher Parameter der Futterqualität 1992/93 sowie Signifikanz der Differenzen

Prüf-faktoren	GM dt/ha	TM dt/ha	TS %	1. Aufwuchs			Folgeaufwüchse		
				N %	Zl %	RA %	N %	Zl %	RA %
Nutzung	+	++		++	++	++	++	+++	+
2 Schnitte	313a	101,4b	32,4	1,67a	67,5a	4,57a	2,41a	71,9a	4,94a
4 Schnitte	385b	75,8a	19,7	2,66b	83,2b	6,92b	2,99b	78,8b	7,00b
6 Schnitte	397b	73,1a	18,3	2,86b	81,6b	7,65b	3,54c	81,8c	8,90c
8 Schnitte	399b	76,4a	19,1	2,65b	85,5b	7,83b	3,58c	82,2c	9,40c
Düngung	+++	+++		n.s.	n.s.	++	n.s.	n.s.	n.s.
ohne	337a	76,9a	22,8	2,41	79,4	6,35	3,15	78,9	7,45
P, K	347a	75,8a	21,8	-	-	-	-	-	-
N, P, K	437b	92,3b	21,1	2,50	79,6	7,14	3,12	78,5	7,67
Einsaat	+++	+++		+	n.s.	n.s.	++	+++	n.s.
ohne	335a	75,6a	22,6	2,49b	79,6	6,74	3,16b	77,9a	7,79
Weidelgras	382b	83,4b	21,8	2,34a	79,9	6,67	2,96a	80,2b	7,48
Knautgras	403c	85,9b	21,3	2,30a	78,8	6,76	3,14b	77,4a	7,43
Wechselwirkungen									
Einsaat x Nutzung	+++	+++		n.s.	n.s.	++	n.s.	n.s.	n.s.
Düngung x Nutzung	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	+