

ARBEITSGEMEINSCHAFT
GRÜNLAND UND
FUTTERBAU

in der Gesellschaft für
Pflanzenbauwissenschaften

41. Jahrestagung

vom 28. bis 30. August 1997
in Aulendorf

Referate und Poster

Lehr- und Versuchsanstalt
für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft
Atzenberger Weg 99 - 88 326 Aulendorf

Impressum

Gesamtorganisation: Dr. Martin Elsäßer
Exkursionsorganisation: Hansjörg Nußbaum
Schriftleitung: Dr. Gottfried Briemle
Sekretariat: Gabriele Blaser

Copyright © 1997, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften.

Die Textvorlagen wurden unverändert übernommen. Für den Inhalt tragen die jeweiligen Autoren die Verantwortung nach dem Urheberrechtsgesetz.

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt Aulendorf (LVVG)
Atzenberger Weg 99
D-88 326 Aulendorf
Telefon: 07525/942-350
Telefax: 07525/942-333

Herstellung: VEBU-Druck GmbH, Bad Schussenried

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	6
Vorwort	7
Referate (in alphabetischer Reihenfolge)	9
ANGER, M., A. MALCHAREK & U. HOFFMANN: Beurteilung der Effizienz von Grünlandextensivierungsprogrammen anhand von Nährstoffbilanzierung und Futterqualität.....	9
BECKMANN, E.: Zum Futterwert der Stoppelsaaten <i>Vicia sativa</i> L. und <i>Trifolium resupinatum</i> L. in Abhängigkeit von Saattermin und Mischungsanteil	15
ELSÄBER, M.: Grünlandwirtschaft in Baden-Württemberg.....	21
HARTWIG, U.A.: Umwelteinflüsse auf die symbiotische Stickstoff-Fixierung: Eine komplexe Interaktionskaskade zwischen direkten und indirekten Reaktionen	31
KÄDING, H. & G. PETRICH: Ergebnisse von Kräutereinsaaten in Grünlandbestände.....	37
KÖLLIKER, R., F.J. STADELMANN & J. NÖSBERGER: Einfluß von Standort und Bewirtschaftung auf die genetische Variabilität von Wiesenschwingel.....	43
MILIMONKA, A. & K. RICHTER: Einfluß unterschiedlicher Nutzung auf Wachstumsmerkmale des Weißklee in Rein- und Gemengebeständen.....	49
MÜLLER, W.: Auswirkungen des Domänenschutzkonzeptes in Baden- Württemberg auf die Nährstoffgehalte von Grünlandaufwüchsen und deren Konservate	55
NUBBAUM, H.: Silierung von extensivierten Grünlandaufwüchsen	59
OLDENBURG, E.: Endophytische Pilze in Gräsern – Auswirkungen auf die Pflanzenqualität und die Leistung von Weidetieren	69
PUZIO, S., F. TAUBE & A. KORNHER: Einfluß des Genotyps auf das Überwinterungsverhalten und die Ertragsbildung von Weißklee	75
RIEDER, J.B.: Düngeverordnung und bodennahe Gülleausbringung.....	81
Posterbeiträge	87
BAECK, I. & H.-G. LOREY: Die Vegetation von wiedervernäßtem Niedermoorgrünland am Rande der Pritzerber Laake.....	87
BARTELS, R. & B. SCHEFFER: Bewertung von Grünlandstandorten nach Ertragspotential	91
BERENDONK, C. & A. VERHOEVEN: Stickstofffixierleistung und Nutzungselastizität von Kleegrasmischungen im Feldfutterbau	95
BOCKHOLT, R., U. FUHRMANN & G. BRIEMLE: Intensitätsstufen der Grünlandnutzung zur Orientierung für Naturschutzbehörden, Planungsbüros für Landschaftsgestaltung und Landschaftspflegeverbände.....	99
BRODOWSKI, N. & N. LÜTKE ENTRUP: Herbizidstrategien in Winterweizen mit Grasuntersaaten	103
DANIEL, P. & W. OPITZ VON BOBERFELD: Siliereignung von <i>Vicia sativa</i> L. und <i>Trifolium resupinatum</i> L. in Abhängigkeit von Saattermin und Mischungsanteil	107

EBEL, G. & A. MILIMONKA: Ansatz zur Ermittlung des düngewirksam anrechenbaren Exkrement-N auf extensiv bewirtschafteten Weiden	111
ECKERT, G. & G. BRIEMLE: Auswertung von Grünlandbestandsaufnahmen - Diskussion eines statistisch-mathematischen Verfahrens	115
EICH, S., R. BOCKHOLT & L. BELAU: Bestandeszusammensetzung, Futterqualität und Ertragsentwicklung bei Extensivierung von Niedermoorgrünland	119
EICHLER, S. & F. HERZOG: Konzepte zur Entwicklung der Bergbaufolgelandschaft im Südraum Leipzig mit Nutztieren und Agroforstwirtschaft	123
ELSÄßER, M., H.-G. KUNZ & G. BRIEMLE: Wirkung organischer und mineralischer Düngung auf Dauergrünland unter Mäh- und Mähweidenutzung	127
ERNST, P.: N-Fixierleistung von Weißklee auf Dauergrünland bei geringer N-Düngung unter Beweidung	131
GIEBELHAUSEN, H.: Bodensamenvorrat in Niedermoorböden bei Grünlandnutzung	135
HAAS, G. & A. SCHLONSKI: Stickstoffixierung, Massenertrag und Futterqualität von Rotklee gras in Abhängigkeit von den Grasarten <i>Lolium multiflorum</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Festuca pratensis</i> am Standort Wiesengut/Hennef	139
HOPPE, T., L. SCHMIDT & F. WEIßBACH: Verdaulichkeit des von Rindern selektiv aufgenommenen Weidefutters Vergleich von extensiver Standweide und Mähstandweide	143
HÜGING, H., M. ANGER, D. MALCOLM & W. KÜHBAUCH: Darstellung der zeitlichen Veränderung der Nitratkonzentration im Boden unter verschieden bewirtschafteten Standweiden mit Hilfe einer Computer-Animation	147
INGWERSEN, B., R. WULFES & F. TAUBE: Einfluß der Stickstoffdüngung und des Nutzungszeitpunktes im Frühjahrswachstum auf Ertrags- und Qualitätsparameter im Nachwuchs von Deutschem Weidelgras	151
KAISER, T. & A. FISCHER: Landschaftspflege mit Extensivrassen (Rinder der Rasse Galloway und Schafe der Rasse Skudde)	155
KAUTER, D. & H. JACOB: Wandel im Grünland des Inneren Schwäbisch-Fränkischen Waldes in den letzten zwei Jahrhunderten	159
KLIMES, F., V. KROUPOVA & J. KRALOVEC: Einfluß extensiver Beweidung auf Grasbestände im Böhmerwald	163
KÖNIG, H. & J.B. RIEDER: Umwandlung von Acker in Extensivgrünland - Auswirkungen auf Ertrag, Futterqualität und Pflanzenbestand	168
KUNZ, H.-G.: Einsatz von Fitrationskieselgur auf Grünland	172
LEIPNITZ, W., W. HABERSTOCK, T. KAISER, H. KÄDING & M. GLEMNITZ: Schätzung der Vegetationsentwicklung auf Niedermoor	176
LOGES, R., A. KORNER & F. TAUBE: Methodische Aspekte zur N ₂ -Fixierung von Acker-Klee gras-Systemen	180
LOPOTZ, H.-W. & W. WERNER: N ₂ -Fixierung und N-Transfer von Rotklee-Weidelgras-Gemengen in Abhängigkeit von der N-Nachlieferung des Bodens	184
MALCHAREK, A. & M. ANGER: Veränderung der Futterqualität von extensiv genutztem Grünland in Abhängigkeit von Schnittermin und Pflanzengesellschaft	188

NEUENDORFF, J.: Methoden zur zeitraumbezogenen Quantifizierung der biologischen Stickstoff-Fixierung von Grünland-Leguminosen	192
NUBBAUM, H. & W. WURTH: Einfluß des Umbruchzeitpunktes unterschiedlicher Ackerfutmischungen auf den N_{\min} -Gehalt des Bodens bei variiertem N-Düngung	196
POGGEMANN, S., F. WEIBBACH & U. KÜNTZEL: N_2O -Emissionen auf Schafweiden unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität	200
REX, M.: Einfluß der Phosphat- und Kalkformen auf den wirtschaftlich optimalen Phosphatdüngbedarf einer vierschnittigen Wiese im Allgäu	204
SCHMALER, K. & K. RICHTER: Zur N-Fixierung von Luzerne und Rotklee	208
SCHMITT, K.-O. & R. FISCH: Silomais-Standraumversuch	212
SCHNOTZ, G. & H. JACOB: Leguminosen-Ökotypen in Reinbeständen und in Mischung mit Gräsern – N_2 -Fixierung und Stickstoffauswaschung	216
SCHNYDER, H., T. GEBBING, R. SCHÄUFELE & M. LÖTSCHER: Kontinuierliche Messung des CO_2 -Gaswechsels, der ^{13}C -Diskriminierung und der C-Allokation in Pflanzenbeständen	220
SCHRÖPEL, R.: Bodennahe Gülleausbringung auf Grünland	222
SCHÜTZ, U. & H. SCHNYDER: Räumliche Heterogenität im N-Haushalt einer extensiv genutzten, hängigen Weide	226
STROH, K., M. LÖTSCHER & H. SCHNYDER: Bestandesstruktur und vertikale N-Verteilung in Weidebeständen	230
THAYSEN, J.: Auswirkungen von Mäh- und Intensivaufbereitern auf ausgewählte Futterparameter und deren ökonomische Beurteilung für den praktischen Einsatz	233
THUMM, U. & H. JACOB: Reaktion einer artenreichen Grünlandansaat auf variierte Nutzung und Düngung	237
WACHENDORF, M., B. INGWERSEN & F. TAUBE: Schätzung des Weißkleeanteils in Dauergrünlandbeständen mittels der Nah-Infrarot-Spektroskopie	241
WAGNER, M. & G. ADOLF: Entwicklung und Stoffbildungsprozeß bei Luzerne im mitteldeutschen Trockengebiet	245
WEIBBACH, F.: Zur Schätzung der Stickstoffbindung durch Weißklee auf Dauergrünland	250
WEIBBACH, F., S. KUHLA & L. SCHMIDT: Die Schätzung von Verdaulichkeit und energetischem Futterwert mittels der Cellulase-Methode bei Gras und Grasprodukten	254
WULFES, R., TAUBE, F. & H. OTT: Leistungsfähigkeit von Ackergras- und Klee grasbeständen auf lehmigen Sandböden Schleswig-Holsteins	258
Anschriften der Autoren und Mitautoren	262

Danksagung

Die **41. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau** in Aulendorf wird durchgeführt mit freundlicher und großzügiger Unterstützung der folgenden Firmen und Verbände. An dieser Stelle wird ihnen sehr herzlich für ihr Engagement gedankt.

In alphabetischer Reihenfolge:

- Badische Landwirtschaftliche Zentralgenossenschaft (ZG), Karlsruhe
- Milchwirtschaftlicher Verein Baden-Württemberg e.V.
- Ministerium Ländlicher Raum, Baden-Württemberg
- Raiffeisenbank e.G., Aulendorf
- Verlag Schwäbischer Bauer, Ravensburg
- WLZ Raiffeisen AG, Stuttgart

Der Sonderpreis für die **Posterprämierung** wurde gegeben von der Firma:

- Deutsche Saatenveredlung, Lippstadt

Der Sonderpreis für die **Ertragsanteilschätzungen** wurde gegeben von der Firma:

- Freudenberger Feldsaaten, Krefeld

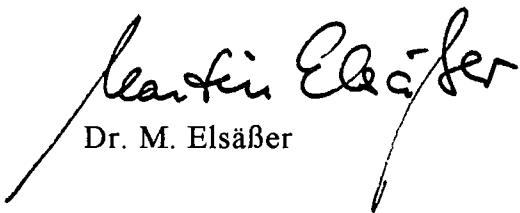
Im Übrigen danken wir sehr herzlich den Städten Aulendorf und Bad Schussenried für die sehr freundliche Zusammenarbeit.

Vorwort

Auf Einladung der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft Aulendorf findet die 41. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau bereits zum dritten Mal in Aulendorf statt. Mit der diesjährigen Tagung in Aulendorf wird ein etwas veränderter Ablauf der Tagung vorgeschlagen. Neu im Programm ist ein Workshop, der aktuelle Forschungsgebiete in den Blickpunkt rücken und einen gewissen Statuscharakter haben soll. Ebenso soll den in den letzten Jahren qualitativ so erstaunlich verbesserten Posterpräsentationen mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden. Dies findet seinen Ausdruck in einem zunächst auf fünf Jahre terminierten Posterwettbewerb mit Preisen der Deutschen Saatenveredelung.

Es ist mir ein besonderes Anliegen allen Referenten zu danken, die sich mit ihren guten und interessanten Beiträgen an der Jahrestagung beteiligen und die die Manuskripte so zeitgerecht anlieferten, daß der Tagungsband zum ersten Mal zu Tagungsbeginn erscheinen kann.

Ebenso herzlich danke ich dem Ministerium Ländlicher Raum in Baden-Württemberg und den anderen Sponsoren, die durch ihr großes Engagement die finanziellen Aufwendungen der Teilnehmer in Zeiten knapper Kassen erfreulich begrenzen. Gedankt wird an dieser Stelle auch allen Mitarbeitern der LVVG Aulendorf, die sich mit großem Interesse und Tatkraft der Organisation der Tagung widmeten. Wollen wir hoffen, daß sich der Aufwand gelohnt hat und die Tagung für alle Teilnehmer zum Erfolg wird.



Dr. M. Elsässer

Vorsitzender

Beurteilung der Effizienz von Grünlandextensivierungsprogrammen anhand von Nährstoffbilanzierung und Futterqualität

von

Michael Anger, Alexander Malcharek und Udo Hoffmann

Institut für Pflanzenbau, Lehrstuhl Allgemeiner Pflanzenbau, Universität Bonn

1. Einleitung

Seit mehr als 10 Jahren werden unterschiedlichste Grünlandextensivierungsprogramme angeboten, deren Effizienzbewertung nicht ohne Differenzierung der im Vordergrund stehenden Schutzziele und Auswirkungen erfolgen kann. Trotz regionaler Differenzen können die Grünlandextensivierungsprogramme der Bundesländer - ohne Berücksichtigung der markt-orientierten Zielsetzungen - in zwei Kategorien eingeteilt werden (u.a. nach SPATZ 1992):

- Programme des abiotischer Ressourcenschutzes (Programme zur Nährstoffeffizienz)
- Programme des biotischer Ressourcenschutzes (Naturschutzprogramme)

Den Programmen, die vorrangig den **abiotischer Ressourcenschutz** zum Ziel haben, ist gemeinsam, daß sie landesweit angeboten werden und neben dem Biozideinsatz nachhaltig Größen des Nährstoffeinsatzes reglementieren; bei Teilnahme muß die gesamte Grünlandfläche eines Betriebes entsprechend der Auflagen extensiv bewirtschaftet werden. Vergleichbar den Maßgaben anderer Bundesländer werden in Nordrhein-Westfalen (NRW) folgende wesentliche Beschränkungen festgelegt (ANONYMUS 1995b):

- Viehbesatz mind. 0,3 bis max. 1,4 RGV ha⁻¹ Hauptfutterfläche
- Verbot des Einsatzes von chemisch-synthetischen Dünge- und Pflanzenschutzmittel
- keine Nutzungsaufgaben (allerdings mind. einmalige Nutzung Jahr⁻¹)

Im Hinblick auf die Leistung der Grünlandflächen ist festzuhalten, daß bei vorgeschriebener extensiver Düngung eine hohe Nutzungsintensität mit frühem ersten Nutzungstermin möglich ist, so daß ohne weiteres eine hohe Grundfutterqualität gewährleistet bleibt, allerdings bei Verringerung des T-Ertrages um ca. 20 bis 40 % gegenüber intensiver Bewirtschaftung (u.a. KLAPP 1971). Demnach eignen sich diese Programme vor allem für Betriebe, die die Minderung der Flächenerträge über eine ausreichende Flächenausstattung kompensieren können.

Die Effizienzkontrolle dieser Programme, die vorrangig einen minimalen Stoffaustrag zum Ziel haben, sollte die vorkommenden Nährstoffverlusten bewerten. Da eine gezielte Erfassung der Verlustgrößen äußerst aufwendig ist, sollte eine praktikable Bewertung der Nährstoffeffizienz durch Nährstoffbilanzierung erfolgen. Die Hoftorbilanz erfaßt die Import- und Exportgrößen des landwirtschaftlichen Betriebes und zeigt Nährstoffüberhänge auf, die Rückschlüsse auf eine potentielle Umweltbelastung zulassen (ANONYMUS 1992). Vor diesem Hintergrund ist zu fragen, ob die Hoftorbilanz ein geeigneter Bilanzierungsansatz für die Bewertung der Effizienz der Programme des abiotischen Ressourcenschutzes darstellt und welche Aussagen von den Bilanzsalden abgeleitet werden können.

Programme mit dem Ziel des **biotischen Ressourcenschutzes** verfolgen - über den Schutz abiotischer Ressourcen hinaus - den Erhalt bzw. die Schaffung spezieller schützenswerter Ökosysteme als Lebensgrundlage für eine vielfältige Pflanzen- und Tierwelt; es sollen damit auch bedrohte Arten der Roten Liste gezielt geschützt werden. Bei freiwilliger Teilnahme eines Landwirtes werden nur Einzelflächen gefördert. Diese Naturschutzprogramme orientieren sich meist an bestimmten Grünlandbiotoptypen oder -gesellschaften, von denen sich wieder-

um die jeweiligen Bewirtschaftungsauflagen ableiten. Ausgerichtet am Mittelgebirgsprogramm in NRW (ANONYMUS 1995a) können wichtige generelle Auflagen für Naturschutzprogramme festgehalten werden:

- verspäteter erster Nutzungstermin und eingeschränkte Nutzungsfrequenz
- Gebot der Schnittnutzung oder eingeschränkte Beweidung
- erhebliche Beschränkung oder Verbot der Düngung; keine Biozidanwendung
- Einschränkung der Pflegemaßnahmen, Verbot von Meliorationen

Mit Ausnahme einiger nur am Vogelschutz orientierter Programmpakete können mit Naturschutzprogrammen Flächen gefördert werden, die bereits langfristig extensiv bewirtschaftet werden. Die Effizienzbeurteilung der Auflagen und ihrer Wirkung muß sich daher an den Maßstäben der sogenannten Extensivgrünlandgesellschaften ausrichten. Während die Bewertung der Maßnahmen aus naturschutzfachlicher Sicht nur einem Botaniker oder Zoologen vorbehalten sein kann und die finanzielle Betroffenheit der Landwirte von einem Betriebswirtschaftler behandelt werden sollte, muß sich die Beurteilung aus futterbaulicher Sicht namentlich auf die Verwertung der Extensivaufwüchse im landwirtschaftlichen Betrieb, d.h. auf die Futterqualität konzentrieren.

Die Futterqualität spät genutzter Aufwüchse wird in der Literatur nicht einheitlich bewertet. Während selbst nach langjähriger Extensivierung von ehemals intensiv genutzten Grünlandflächen durch die späte erste Nutzung meist nur minderwertiges Futter gewonnen werden kann (KÜHBAUCH et al. 1991, ANGER et al. 1994), wird auf artenreichem Grünland, das durchgehend extensiv bewirtschaftet wurde, meist eine günstigere Futterqualität veranschlagt (JILG UND BRIEMLE 1993, RODEHUTSCORD et al. 1994, SCHUMACHER et al. 1994). Die Bewertung der Autoren stützt sich auf die Beprobung weniger Extensivgrünlandflächen, so daß differenzierte Aussagen über den Wert dieser spät geernteten Primäraufwüchse nicht ohne weiteres abgeleitet werden können. Daher wurde zur Beurteilung der Effizienz von Naturschutzprogrammen aus der Sicht der Grünlandwirtschaft eine Studie durchgeführt, in der anhand wichtiger Gesellschaften des Extensivgrünlandes und einer Vielzahl von Beprobungsflächen die floristische Zusammensetzung, der Biomassenertrag und die Futterqualität vergleichend bewertet wurde. Die Untersuchungen beschränken sich auf wichtige Grünlandgesellschaften des Mittelgebirges in Nordrhein-Westfalen.

2. Material und Methoden

Im Rahmen eines umfangreichen, mit den Instituten für Landwirtschaftliche Botanik und Landwirtschaftliche Betriebslehre durchgeführten Forschungsvorhabens zur Effizienzkontrolle von Grünlandextensivierungsprogrammen im Mittelgebirge NRW's war das vom Institut für Pflanzenbau durchgeführte Teilprojekt in klimatisch, standörtlich und strukturell unterschiedlichen Mittelgebirgsregionen (Eifel, Bergisches Land und Siegerland) angesiedelt.

Die Berechnung der **Hoftorbilanz** wurde insgesamt auf 135 Grünlandbetrieben für die Elemente Stickstoff (N), Phosphor (P) und Kalium (K) erstellt, von denen hier 58 vorgestellt werden. Die Datenerhebung erfolgte durch Befragung der Betriebsleiter und durch Verwendung der vorliegenden Betriebsdaten und Nährstoffangaben; fehlende Konzentrationsangaben wurden nach gültigen Richtwerten berücksichtigt (u.a. ANONYMUS 1993). Im Hinblick auf die Bewirtschaftung werden zwei unterschiedliche Betriebsgruppen mit Milchproduktion und durchschnittlich 93 % Grünlandanteil an der LF unterschieden:

- extensiviert (Auflagen vgl. Kap.1.1); n = 31
- konventionell (ohne Bewirtschaftungsauflagen); n = 27

Der durch Leguminosen symbiontisch gebundene Luftstickstoff wurde je Ertragsanteil Legu-

minososen einheitlich mit 4 kg N ha^{-1} berücksichtigt (u.a. RIEDER 1983). In den stichprobenartig durchgeführten Bestandsaufnahmen wurde der mittlere Anteil von *Trifolium repens* in den extensivierten Betrieben mit durchschnittlich 11 % und in den konventionellen Betrieben mit 3 % ermittelt, so daß für die Gruppen ein jährlicher Import durch Leguminosen-N von 44 bzw. 12 kg N ha^{-1} veranschlagt wurde.

Ergänzend zur Hoftorbilanzierung wurden in fünf extensiviert und vier konventionell wirtschaftenden Betrieben aus der Eifel und dem Bergischen Land durch Erhebung von Schlagbilanzen eine Ergänzung zur Hoftorbilanzierung vorgenommen.

Zur Beurteilung der **Futterqualität** von Extensivgrünland wurden in der Eifel und im Siegerland in einer Höhenlage zwischen 380 und 600 m ü.NN im Jahr 1995 insgesamt 27 Flächen beprobt sowie 18 in 1996, von denen 10 Flächen in beiden Versuchsjahren beprobt wurden. Diese programmgemäß zum 1. Juli meist einschürig mit anschließender Nachbeweidung im Herbst genutzten Grünlandflächen lassen sich sechs verschiedenen Pflanzengesellschaften zuordnen (vgl. Tab. 3); sie unterscheiden sich deutlich hinsichtlich ihrer floristischen Zusammensetzung, den Hauptbestandbildnern und deren Massenanteilen.

Zum vorgeschriebenen Nutzungszeitpunkt (1. Juli) wurden auf Flächen von jeweils 25 m^2 eine Ertragsanteilschätzung nach KLAPP / STÄHLIN vorgenommen; die Beprobung der Biomasse erfolgte in vierfacher Wiederholung auf jeweils 1 m^2 . Die Energiedichte des Pflanzenmaterials wurde mit Hilfe des Hohenheimer Futterwerttestes nach der Regressionsgleichung 13e geschätzt (MENKE und STEINGASS 1987). Die Konzentration von Rohfett und N-freien Extraktstoffen wurde exemplarisch an einzelnen Aufwüchsen bestimmt und in Anlehnung an bekannte Daten aus vergleichbaren Aufwüchsen (RODEHUTSCORD et al. 1994, SCHUMACHER et al. 1994) für alle Berechnungen mit $20 \text{ g Rohfett kg T}^{-1}$ und $500 \text{ g NfE kg T}^{-1}$ angesetzt. Die Bestimmung des Rohproteingehaltes erfolgte über die N-Analyse nach Verbrennung des Pflanzenmaterials und gaschromatographischer Trennung der Verbrennungsgase (Autoanalyser Typ Carlo Erba 1990) und anschließender Multiplikation mit dem Faktor 6,25.

Ergebnisse und Diskussion

Bei Bewertung des **abiotischen Ressourcenschutzes** anhand von Hoftorbilanzierung weisen die extensivierten Betriebe gegenüber den konventionell bewirtschafteten Betrieben geringere Bilanzsalden für die Nährstoffe N, P und K aus, sowohl auf der Basis der bewirtschafteten Fläche (ha) als auch der GV-Zahl oder der produzierten Milchmenge (vgl. Tab. 1). Angesichts von Massenanteilen unter 15 % für *Trifolium repens* und der damit verbundenen geringen Gefahr der Nitratauswaschung können die über Leguminosen fixierten N_2 -Mengen nur zur Hälfte angerechnet werden (u.a. JARVIS et al. 1996); damit reduzieren sich die N-Salden der Extensiv-Betriebe auf ein Drittel der Vergleichsbetriebe (vgl. Tab. 1 Werte in []).

Bei einem Bilanzierungsansatz mit ausgewogener Nährstoffbilanz auf den Grünlandflächen dürfen nur soviel Nährstoffe zugeführt werden, wie tatsächlich vom Grünland mit Milch und Fleisch exportiert werden (vgl. Tab. 2). Werden gemäß Düngeverordnung unvermeidbare N-Verluste durch Gülle-Lagerung und Ausbringung in Höhe von 30 % eingeräumt (ANONYMUS 1996), ergeben sich für die Betriebsgruppen entsprechend hohe Nährstoffkonten je Hektar Grünland. Die unterschiedliche Bewirtschaftung hat zur Folge, daß durch die Anrechnung der halben N-Fixierleistung und der weiteren betrieblichen Importgrößen deutliche Überhänge bei den konventionellen und erhebliche geringere Überschüsse bei den extensivierten Programm-Betrieben festgestellt werden. Dieser Ansatz unterstreicht, daß in extensivierten Betrieben

Tab. 1: Durchschnittliche Hoftorbilanz konventioneller und extensivierter Betriebe auf Basis der Betriebsfläche (in kg Nährstoff ha⁻¹) sowie Salden je GV und Milchmenge

Bewirtschaftungsform Nährstoff	konventionell ¹⁾			extensiviert ²⁾		
	N	P	K	N	P	K
Summe-Import	191	28	54	104	16	23
- Düngemittel	110	20	30	11*	11*	9*
- Zukauffutter	48	7	22	28	4	12
- Viehzukauf u. Sonstiges	1	0	1	1	0	1
- Leguminosen -N (geschätzt)	12	-	-	44	-	-
- Deposition (geschätzt)	20	1	1	20	1	1
Summe-Export	31	5	8	24	4	5
- Milch	25	4	7	20	3	5
- Viehverkauf und Sonstiges	6	1	1	4	1	0
Saldo (kg Nährstoff ha ⁻¹) **	160 [154]	23	46	70 [53]	12	18
Saldo (kg Nährstoff GV ⁻¹) **	100 [96]	14	29	54 [41]	9	14
Saldo (kg Nährstoff t Milch ⁻¹) **	32 [31]	5	9	18 [14]	3	5

¹⁾ n = 27; ø-Werte: 59 ha LF, 1,6 GV ha⁻¹, 4.961 kg Milch ha⁻¹, Herdendurchschnitt 5.887 kg Milch a⁻¹

²⁾ n = 31; ø-Werte: 75 ha LF, 1,3 GV ha⁻¹, 3.850 kg Milch ha⁻¹, Herdendurchschnitt 5.304 kg Milch a⁻¹

* diese Nährstoffmengen wurden vorwiegend nur auf den Ackerflächen ausgebracht

** N-Salden bei Berücksichtigung des ½ Leguminosen-N in [], d.h. 2 kg N ha⁻¹ Ertragsanteil *Trifolium repens*⁻¹

Tab. 2: Nährstoffkonten und Nährstoffsalden für die Grünlandflächen (in kg Nährstoff ha⁻¹) (Erklärung zu den Betriebsgruppen vgl. Fußnoten in Tab.1)

Bewirtschaftungsform Nährstoff	konventionell			extensiviert		
	N	P	K	N	P	K
exportierte Nährstoffmengen	31	5	8	23	4	5
+ unvermeidbare N-Verluste (30 %)	9	-	-	7	-	-
Nährstoff-Konto	40	5	8	30	4	5
Saldo - ½ Leguminosen-N	+34			+8		
- Zukauffutter (zusätzlich)	-14	-2	-2	-20	0	-7
- Düngemittel (zusätzlich)	-124	-22	-22	-20	-2	-8

- trotz günstiger Salden - eine vollkommen ausgeglichene Bilanz nur über eine erhebliche Reduktion der Nährstoffimporte aus Zukauffutter zu erreichen ist. Diese wird in den Programmen nicht reglementiert; es ist sogar zu vermuten, daß sie zur starken Abnahme der Herdenleistung sowie zu einem nachhaltigen Rückgang der Programmakzeptanz durch die Landwirte führen würde. Die große Streuung zwischen den einzelnen Schlagbilanzen in den gesondert untersuchten Betrieben zeigt, daß auch innerhalb der Programm-Betriebe insbesondere auf hofnahen Milchviehweiden erhöhte N-Überhänge auftreten und langfristig auch eine P- und K-Anreicherung im Boden zu erwarten ist.

Die Bewertung der Programme des **biotischen Ressourcenschutzes** aus futterbaulicher Sicht wird vor dem Hintergrund einer effizienten Verwertungsmöglichkeiten der Extensivaufwüchse im Betrieb vorgenommen. Entgegen der Aussage verschiedener Autoren (u.a. DACCORD 1990, SCHUHMACHER et al. 1994) zeigen die Ergebnisse der untersuchten Flächen (vgl. Tab. 3), daß verallgemeinert die Futterqualität nicht für einzelne Grünlandgesellschaften beschrie-

Tab. 3: Untersuchte Flächenanzahl der Grünlandbiotope mit durchschnittlicher Artenzahl und Hauptbestandsbildner (zum 1. Juli 1995 und 1996)

Grünlandtypen (Pflanzengesellschaften)	n ¹⁾		Ø-AZ ²⁾		Hauptbestandsbildner (OBERDORFER 1994) (sortiert nach abnehmenden mittleren Ertragsanteilen)
	'95	'96	'95	'96	
Tal-Glatthaferwiese (Arrhenatheretum medioeurop.)	3	1	33	42	<i>Lolium perenne</i> , <i>Holcus lanatus</i> , <i>Trisetum flavescens</i> , <i>Crepis biennis</i> , <i>Festuca rubra</i> , <i>Arrhenatherum elatius</i> , <i>Trifolium pratense</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Knautia arvensis</i>
Berg-Glatthaferwiese (Arrhenatheretum montanum)	14	7	39	36	<i>Festuca rubra</i> , <i>Holcus lanatus</i> , <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Trisetum flavescens</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Arrhenatherum elatius</i> , <i>Anthoxantum odoratum</i> , <i>Trifolium pratense</i> , <i>Ranunculus acris</i>
Goldhaferwiese (Geranio-Trisetetum)	1	1	25	30	<i>Festuca rubra</i> , <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Holcus lanatus</i> , <i>Trisetum flavescens</i> , <i>Anthoxantum odoratum</i> , <i>Trifolium pratense</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Cynosurus cristatus</i> ,
Wiesenknöterichwiese (Polygonum bistorta - Ges.)	3	3	38	35	<i>Festuca rubra</i> , <i>Achillea ptarmica</i> , <i>Holcus lanatus</i> , <i>Polygonum bistorta</i> , <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Ranunculus acris</i> , <i>Caltha palustris</i> , <i>Rhinanthus minor</i> , <i>Filipendula ulmaria</i>
Kalkmagerrasen (Mesobromion)	2	1	40	43	<i>Bromus erectus</i> , <i>Sanguisorba minor</i> , <i>Brachypodium pinnatum</i> , <i>Briza media</i> , <i>Carex montana</i> , <i>Carex flacca</i> , <i>Koeleria pyramidata</i> , <i>Anthyllis vulneraria</i> , <i>Plantago lanceolata</i>
Magerweiden (Festuca-rubra - Agrostis capillaris - Ges.)	4	3	25	41	<i>Festuca rubra</i> , <i>Anthoxantum odoratum</i> , <i>Holcus lanatus</i> , <i>Agrostis capillaris</i> , <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Ranunculus acris</i> , <i>Cynosurus cristatus</i> , <i>Rhinanthus minor</i>

1) Anzahl der beprobten Flächen; ²⁾ durchschnittliche Artenzahl auf den beprobten Flächen

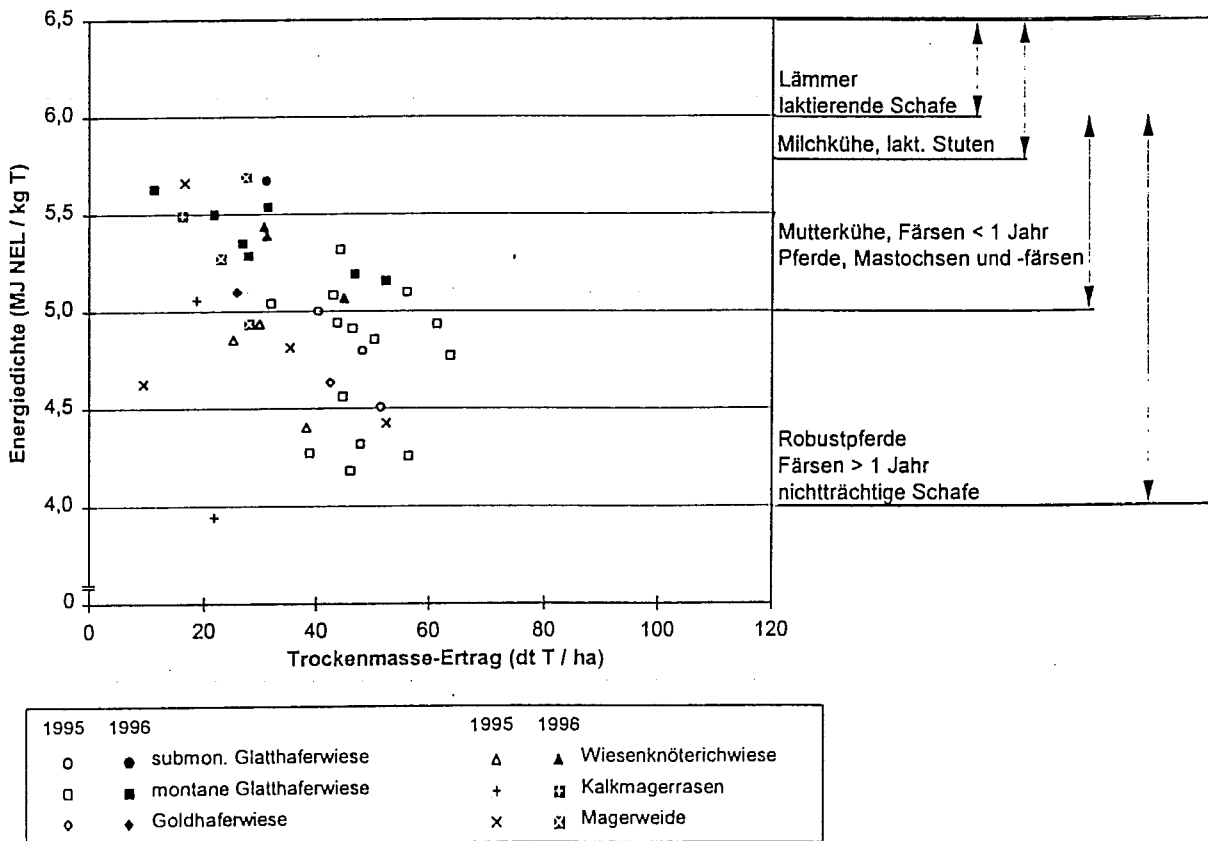


Abb. 1: Energiedichte (in MJ NEL kg T⁻¹) und T-Ertrag (in dt T ha⁻¹) der untersuchten Flächen verschiedener Grünlandbiotope mit Angaben zu den Anforderungen der Wiederkäuer an die Energiedichte (u.a. nach RIEDER 1983)

ben werden kann. Die zum vorgeschriebenen Nutzungstermin ermittelte Energiedichte weist große Streuungen zwischen wie auch innerhalb der einzelnen Grünlandbiotop auf (vgl. Abb. 1). Darüber hinaus bestehen deutliche Jahreseinflüsse; infolge der kühlen und trockenen Frühjahrsbedingungen wurden 1996 physiologisch erheblich jüngere Bestände mit geringerem Biomassenaufwuchs als im Vorjahr geerntet. Es bestätigt sich, daß die Futterqualität wesentlich von den Hauptbestandbildnern und ihrem physiologischen Entwicklungsstadium bestimmt wird (ANONYMUS 1991).

Da die Bestimmung der Futterqualität sehr aufwendig ist, wären einfachere Verfahren mit akzeptabler Aussagekraft sinnvoll für die Beurteilung der Effizienz. Es ergeben sich allerdings keine sicheren Korrelationen zwischen der Energiedichte und der am Entwicklungszustand und Ertragsanteil der Arten orientierten Gütezahl nach STÄHLIN (1971). Wie detaillierte Zeitreihenuntersuchungen aufzeigen, kann eine - vorher naturschutzfachlich zu prüfende - Vorverlegung des Nutzungszeitpunktes meist eine erhebliche Steigerung der Effizienz und eine damit bessere Verwertung der Aufwüchse zur Folge haben (MALCHAREK UND ANGER 1997).

Literatur:

- ANGER, M., J. SCHELLBERG, Y. GAN und W. KÜHBAUCH, 1994: Extensivierung auf eutrophen Standorten. - Forschungsber. Landw. Fak. Bonn 15, 43-54.
- ANONYMUS, 1991: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. - 6. Aufl. DLG-Verl. Frankfurt M., 112 S.
- ANONYMUS, 1992: Strategien zur Reduzierung standort- und nutzungsbedingter Belastungen des Grundwassers mit Nitrat. - AG Bodennutzung in Wasserschutz- und schongebieten, Deutsche Bodenkundliche Ges. (Hrsg.), Oldenburg, 42 S.
- ANONYMUS, 1993: Faustzahlen für die Landwirtschaft und Gartenbau. - Hydro Agri Dülmen GmbH (Hrsg.), 12. Aufl., Landwirtschaftsverl., Münster-Hiltrup, 618 S.
- ANONYMUS, 1995a: Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen für die Erhaltung und Pflege von Grünlandbiotopen im Rahmen des Mittelgebirgsprogramms. - Min.bl. NRW 37, 625 - 634.
- ANONYMUS, 1995b: Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen für die Förderung einer markt- und standortangepaßten Landbewirtschaftung (Extensivierung). - Min.bl. NRW 63, 1219 - 1246.
- ANONYMUS, 1996: Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung). - Bundesges.bl. Teil I, Bl. 6, Bonn, 120-121.
- DACCORD, R., 1990: Nährwert von Heu aus artenreichen Wiesen. - Landw. Schweiz 3, 620-624.
- JARVIS, S.C., R.J. WILKENS and B.F. PAIN, 1996: Opportunities for reducing the environmental impact of dairy farming managements: a systems approach. - Grass and For. Sc. 51, 21-31.
- JILG, T., und G. BRIEMLE, 1993: Futterwert und Futterakzeptanz von Aufwüchsen aus extensiv genutztem Grünland bei wachsenden Rindern. - Das Wirtschaftseig. Futter 39, 23-35.
- KLAPP, E., 1971: Wiesen und Weiden. - 4. Aufl., Verl. P. Parey, Berlin und Hamburg, 620 S.
- KÜHBAUCH, W., P. DAHMEN und U. THOME, 1991: Veränderung der Grünlandfutterproduktion als Folge einer Umstellung von konventioneller Mähweidenutzung auf extensive Schnittnutzung auf dem Standort Rengen. - Das Wirtschaftseig. Futter 37, 100-112.
- MALCHAREK, A., und M. ANGER, 1997: Veränderung der Futterqualität von extensiv genutztem Grünland in Abhängigkeit vom Schnittermin und Pflanzengesellschaft. Tagungsband der AG Grünland und Futterbau innerhalb der Ges. für Pflanzenbauwiss., Aulendorf, in Druck (in diesem Band).
- MENKE, K.H. und H. STEINGASS, 1987: Schätzung des energetischen Futterwerts aus der in vitro mit Pansen-saft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. 2. Regressionsgleichungen. - Übers. Tierernährg. 15, 59-94.
- RIEDER, J.B., 1983: Dauergrünland. - BLV-Verlagsges., München, 192 S.
- RODEHUTSCORD, M., H. HANSEN, M. SAAKEL, O. SCHRIEVER und E. PFEFFER, 1994: Untersuchungen zum Energiegehalt des Heus langjährig extensiv genutzter Flächen. - Das Wirtschaftseig. Futter 40, 266-276.
- SCHUMACHER, W., H. HANSEN und M. SAAKEL, 1994: Schutz langfristig extensiv genutzter Grünlandflächen durch Integration in landwirtschaftliche Nutzung. - Forschungsber. der Landw. Fak. Bonn 15, 27-35.
- SPATZ, G., 1992: Extensivierungs-Strategien in der Grünland-Wirtschaft und ihre ökologische Bedeutung. Landwirtsch. Jb. 69 (SH 2), 97-108.
- STÄHLIN, A., 1971: Gütezahlen von Pflanzenarten in frischem Grundfutter. DLG-Verl. Frankfurt M., 151 S.

Zum Futterwert der Stoppelsaaten *Vicia sativa* L. und *Trifolium resupinatum* L. in Abhängigkeit von Saattermin und Mischungsanteil

von

Elisabeth Beckmann

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II - Grünlandwirtschaft und Futterbau -
der Justus-Liebig-Universität Gießen

1. Einleitung

Im Integrierten Pflanzenbau nimmt der Zwischenfruchtanbau eine Schlüsselfunktion ein, hierbei bietet sich die Verwendung von Leguminosen sowie Leguminosen-Gras-Mischungen an. Die in den Versuchen verwendeten Arten *Vicia sativa* und *Trifolium resupinatum* haben ihren Ursprung im Mittelmeerraum und sind nicht winterhart. *T. resupinatum* wird schon länger in Europa (ZIEGENBEIN 1965), *V. sativa* dagegen vornehmlich im mediterranen Raum kultiviert (PAPASTYLIANOU 1995). Beide Arten sind in Nordeuropa als einjährige Gründüngungspflanzen ertragreich und binden bis zu 100 kg N in der oberirdischen Biomasse (WIVSTAD et al. 1990). Über den Anbau von *V. sativa* unter mitteleuropäischen Verhältnissen ist insbesondere bei spätem Saattermin wenig bekannt. Ziel der Untersuchung ist ein Vergleich beider Arten sowie der Leguminosenreinsaaten mit den Leguminosen-Gras-Mischungen.

2. Material und Methoden

Um die Entwicklung des Futterwertes sowie der Gäreigenschaften der Zwischenfruchtleguminosen *V. sativa* und *T. resupinatum* in Reinsaat und Mischung mit *Lolium multiflorum* ssp. *gaudini* zu untersuchen, wurde in den Jahren 1995 und 1996 ein Feldversuch als Spaltanlage mit vier Wiederholungen angelegt, die Varianten sind aus Tab. 1 ersichtlich. Die Versuchsfläche befindet sich auf der Versuchsstation des Institutes für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II - Grünlandwirtschaft und Futterbau -. Das Bodenprofil ist ein Pseudogley aus periglazialen Fließerden über reliktschem Rotlehm.

Tabelle 1: Varianten des Zwischenfruchtversuches

Faktoren	Stufen
1. Aussaatzeit	1.1 früh = Anfang Juli (30.06.95 bzw. 03.07.96) 1.2 spät = Anfang August (01.08.95 bzw. 08.08.96)
2. Zwischenfrucht	2.1 <i>Vicia sativa</i> RS* 2.2 <i>Trifolium resupinatum</i> RS* 2.3 <i>Vicia sativa</i> / <i>Lolium multiflorum</i> MS [§] 50/50 2.4 <i>Trifolium resupinatum</i> / <i>Lolium multiflorum</i> MS [§] 50/50 2.5 <i>Lolium multiflorum</i> ssp. <i>gaudini</i> RS* N ₀ 2.6 <i>Lolium multiflorum</i> ssp. <i>gaudini</i> RS* N ₁

* Reinsaat § Mischsaat

Ausgesät wurde in Drillreihen; in den Mischungen wurde jeweils eine Reihe Gras und eine Reihe Leguminose abwechselnd ausgebracht, die Saatstärke wurde hier auf die Hälfte reduziert. Von den Zwischenfrüchten erhielt nur die Variante *L. multiflorum* N₁ eine N-Gabe von 50 kg N/ha als Kalkammonsalpeter kurz nach Aufgang. Es wurden Zeitreihenernten von Hand, in den Mischungen nach Arten getrennt, durchgeführt, wobei die Varianten des frühen

Saattermins 30, 60, 90 bzw. 120 Tage, die des späten Saattermins 30, 60 bzw. 90 Tage nach der Saat geschnitten wurden. Die Erntetermine sind Tab. 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Erntetermine der Zwischenfrüchte

	1995	1996
1. Saattermin	31.07.; 04.09.; 02.10.; 27.10.	18.08.; 09.09.; 08.10.; 04.11.
2. Saattermin	— ; 04.09.; 02.10.; 27.10.	— ; 23.09.; 08.10.; 04.11.

Das Erntegut wurde bei 60°C getrocknet und anschließend vermahlen. Für die TS-Bestimmung wurde ein Teil bis zur Gewichtskonstanz bei 103°C getrocknet. Zur Beurteilung der Frischfutterqualität der Zwischenfrüchte wurden der Rohprotein- und der ADF-Gehalt bestimmt (ANONYMUS 1983) sowie die Energiedichte als Netto-Energie-Laktation (= NEL) mit Hilfe des Hohenheimer Futterwerttestes aus der Gasbildung (STEINGASS und MENKE 1986), dem Rohprotein- und Rohfettgehalt nach der Formel 16e (MENKE und STEINGASS 1987) geschätzt. Die Gärfähigkeit wurde anhand der Pufferkapazität (= Pk) nach WEISSBACH (1967), dem Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten (= wlk) nach YEMM und WILLIS (1954) sowie dem wlk/Pk-Quotienten beurteilt. Alle Angaben zur Futterqualität und Gärfutterreignung beziehen sich auf die Trockensubstanz.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Erträge

Aus Abb. 1 geht hervor, daß die TS-Ertragsleistungen der Varianten wesentlich durch den Saattermin beeinflusst werden. Beim ersten Saattermin ist *T. resupinatum* *V. sativa* überlegen, beim zweiten entwickelt sich *V. sativa* schneller als *T. resupinatum*; hier wird deutlich, daß *T. resupinatum* bei warmer Witterung eine höhere Ertragsleistung aufweist als *V. sativa*, letztere jedoch auch bei kühler Witterung noch hohe TS-Erträge erzielen kann. Der TS-Ertrag der *V. sativa*-Varianten ist beim ersten Saattermin, im Gegensatz zu der *T. resupinatum*-Reinsaat, nach Anfang Oktober rückläufig bzw. stagniert. Die Leguminosenreinsaaten sind nur beim ersten Saattermin den jeweiligen Mischungen überlegen, beim zweiten Saattermin wird dagegen kein signifikanter Unterschied festgestellt. Die meist höheren Erträge von *V. sativa* in den Mischungen verglichen mit der Art in Reinsaat beim ersten Saattermin können auf einen Stützeffekt des Mischungspartners *L. multiflorum* zurückgeführt werden (PAPASTYLIANOU 1988), das Gras wird dadurch unterdrückt und reagiert mit signifikanter Ertragsdepression. Es zeigt sich, daß *V. sativa* besonders im zweiten Jahr konkurrenzstärker als *L. multiflorum* ist, dies spiegelt sich auch in den Ertragsanteilen wieder. LAMPETER (1959/60) bezeichnet *L. multiflorum* als ausgesprochen schnellwüchsig und konkurrenzstark. Auch WIVSTAD et al. (1990) berichten von einer Dominanz von *V. sativa* in Gemengen. *T. resupinatum* ist *L. multiflorum* in den meisten Fällen nicht überlegen. Die Er-

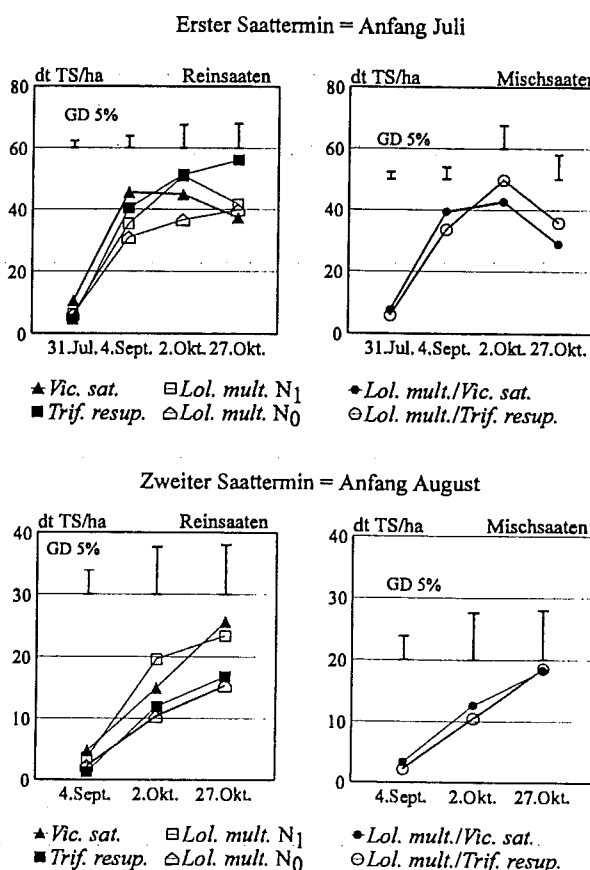


Abbildung 1: Dynamik der TS-Erträge der Zwischenfrüchte, 1995

tragsanteile von *T. resupinatum* in der Mischung mit *L. multiflorum* liegen im ersten Beobachtungsjahr beim ersten bzw. zweiten Saattermin um 60 bzw. 40 %, im zweiten Jahr im November bei 40 bzw. 80 %. Die Dynamik der N-Erträge ist der der TS-Erträge vergleichbar; jedoch kann im zweiten Versuchsjahr bei *V. sativa* ab Anfang Oktober keine Stagnation des N-Ertrages festgestellt werden.

3.2. Frischfutterqualität

Zur Beurteilung der Frischfutterqualität wird die Energiedichte, der Rohprotein- und der ADF-Gehalt herangezogen. Die relativ hohen GD sind auf die Erntetechnik und den z. T. hohen Verschmutzungsgrad des Futters zurückzuführen.

Die Energiedichte der Varianten, vgl. Abb. 2, wird durch den Saattermin beeinflusst; die Wechselwirkung Variante x Saattermin ist signifikant. Verglichen mit *V. sativa* weist *T. resupinatum* meist eine signifikant höhere Energiedichte auf, dies deckt sich mit den höheren wlk- und den geringeren ADF-Gehalten der Art. Die geringe Energiedichte von *V. sativa* steht im Zusammenhang mit den hohen ADF-Gehalten.

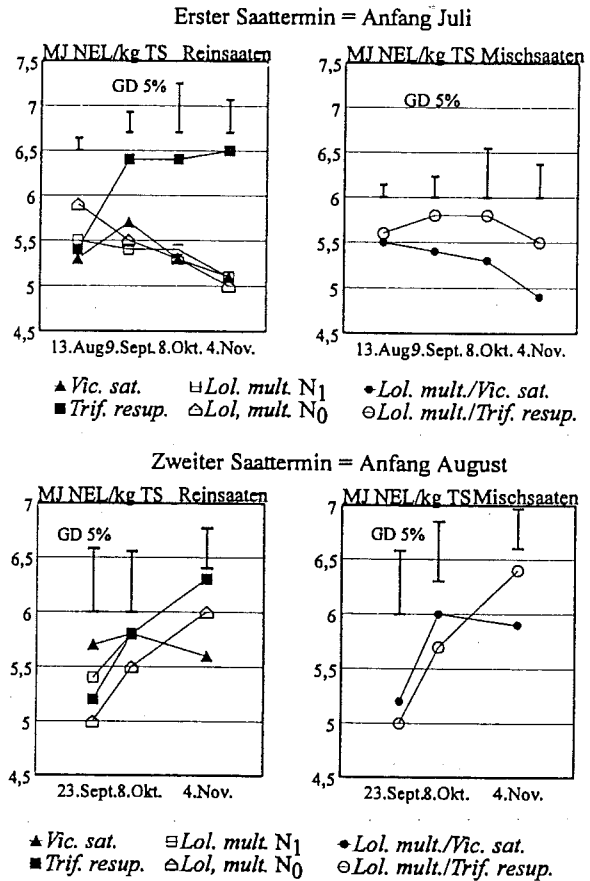


Abbildung 2: Energiedichte der Zwischenfrüchte, 1996

Im Laufe der Anbauzeit geht die Energiedichte beim ersten Saattermin mit Ausnahme der *T. resupinatum*-Reinsaat ab Anfang September zurück. Beim zweiten Saattermin wird im ersten Beobachtungsjahr Anfang Oktober der Höhepunkt überschritten; im zweiten Versuchsjahr trifft dies nur für die *V. sativa*-Varianten zu.

Im Hinblick auf die Rohproteingehalte, vgl. Abb. 3, besteht eine signifikante Interaktion Variante x Saattermin. In beiden Beobachtungsjahren sind in den meisten Fällen die *V. sativa*-Varianten den *T. resupinatum*-Varianten signifikant überlegen, dies stimmt mit Ergebnissen von WIVSTAD et al. (1990) überein. Die Rohproteingehalte der Leguminosen sind in beiden Jahren relativ konstant; eine geringe Nutzungsverlastigkeit weisen die Gräser auf. *L. multiflorum* aus den Mischungen hat meist signifikant höhere Rohproteingehalte als die Variante *L. multiflorum* N₀, dies läßt einen Transfer von fixiertem N₂ der Leguminosen zum Gras vermuten; dem widerspricht im ersten Beobachtungsjahr Ende Oktober der signifikant geringere ADF-Gehalt von *L. multiflorum* aus den Mischungen

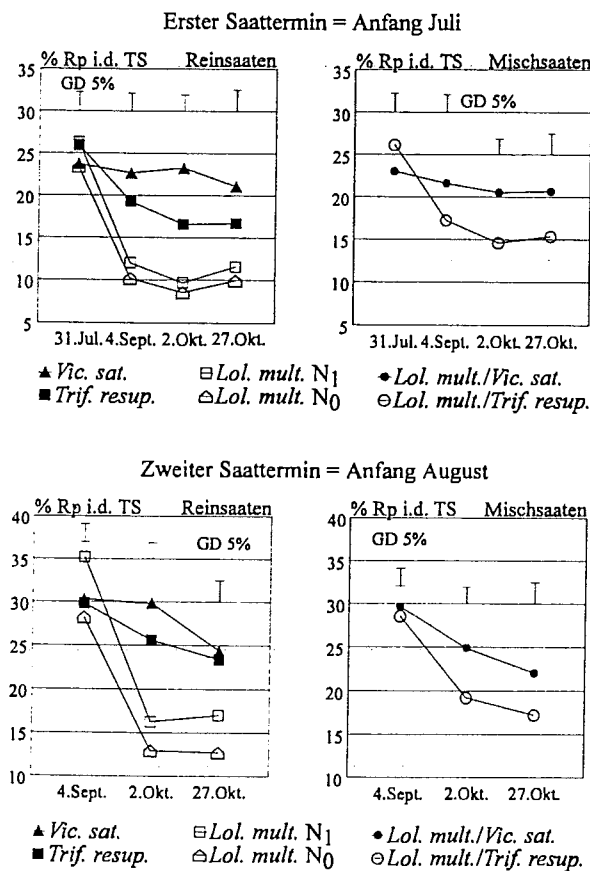


Abbildung 3: Rohproteingehalte der Zwischenfrüchte, 1995

verglichen mit *L. multiflorum* N₀; im zweiten Versuchsjahr wird das gegenteilige beobachtet. Der Anstieg der Rohproteingehalte beruht möglicherweise auf einen höheren N-Entzug der Gräser was zu einer gesteigerten N₂-Fixierung der Leguminosen führt (OPITZ v. BOBERFELD und BISKUPEK 1995). Leguminosen können bereits im Ansaatjahr N an den Grasnachbar abgeben, das Wachstum der Leguminosen wird dadurch nicht beeinflusst (LAMPETER 1967). Nach OPITZ v. BOBERFELD und BISKUPEK (1995) ist im Hinblick auf den N-Transfer der Leguminosen die räumliche Entfernung der Gras- und Leguminosenpflanzen im Bestand von Bedeutung. Beschattung der Leguminosen fördert, Dominanz der Leguminose über den Graspartner hemmt den N-Transfer (WALKER et al. 1954). In Untersuchungen von PAPASTYLIANOU und DANSO (1991) wird wenig oder kein N von *V. sativa* zu *Avena sativa* transferiert.

Die ADF-Gehalte sind aus Abb. 4 ersichtlich. Im ersten Beobachtungsjahr ist die Wechselwirkung Saattermin x Variante signifikant; im zweiten Jahr ergibt sich nur Anfang Oktober eine signifikante Wechselwirkung. Die ADF-Gehalte der Varianten werden wesentlich durch den Saattermin beeinflusst. In beiden Beobachtungsjahren hat *T. resupinatum*, verglichen mit *V. sativa*, meist signifikant geringere ADF-Gehalte. Auch in fortgeschrittenen Entwicklungsstadien weist *T. resupinatum* relativ geringe ADF-Gehalte auf, dies bestätigt Untersuchungen von ZIEGENBEIN (1965). Im ersten Beobachtungsjahr hat die *T. resupinatum*-Mischung Ende Oktober signifikant höhere ADF-Gehalte als die *T. resupinatum*-Reinsaat, im zweiten Jahr trifft dies nur für den ersten Saattermin zu. Die *V. sativa*-Reinsaat weist, verglichen mit der *V. sativa*-Mischung, Ende Oktober erstes Versuchsjahr signifikant höhere ADF-Gehalte auf, im zweiten Jahr ist dies nicht der Fall. Im ersten Beobachtungsjahr sind die ADF-Gehalte der Leguminosenreinsaat des ersten Saattermines von Anfang September bis Ende Oktober konstant, im zweiten Jahr wird eine Zunahme verzeichnet.

3.3. Gäreigenschaften

Aus Abb. 5 gehen die wlk-Gehalte der Varianten zweites Beobachtungsjahr hervor. Die Interaktion Variante x Saattermin ist signifikant. Der größte Anteil an der Varianz entfällt auf die Zwischenfrüchte; der Faktor Saattermin hat meist keinen signifikanten Einfluß. Die wlk-Gehalte von *T. resupinatum* sind denen von *V. sativa* meist überlegen und unterscheiden sich nicht signifikant von *L. multiflorum* obwohl Leguminosen im Gegensatz zu Poaceen keine Fructane enthalten (MCILROY 1967). PUFFE et al. (1984) finden ähnlich hohe wlk-Gehalte in *T. resupinatum*. Die wlk-Gehalte der *L. multiflorum*-Reinsaat sind - im Gegensatz zu denen der Leguminosen - im ersten Beobachtungsjahr ab Anfang Oktober rückläufig. Im zweiten Beobachtungsjahr gehen ab Anfang September die wlk-Gehalte der *V. sativa*- und *L. multiflorum*-Reinsaat N₀ sowie der Mischungen erster Saattermin zurück. Beim zweiten Saattermin wird dies in beiden Jahren bei den *V. sativa*-Varianten ab Anfang Oktober beobachtet. Im Vergleich zu *L. multiflorum* N₀ weist in beiden Beobachtungsjahren *L. multiflorum* aus der

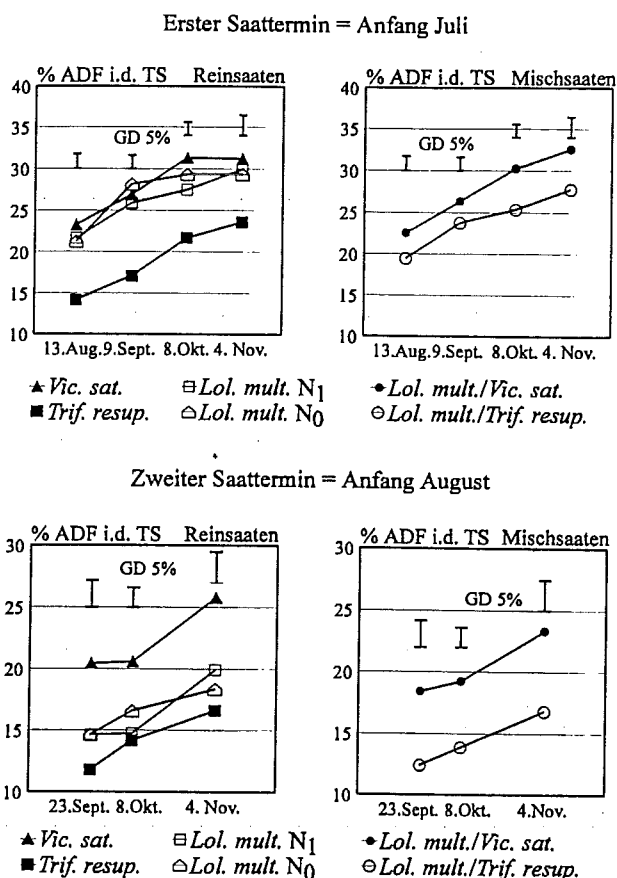
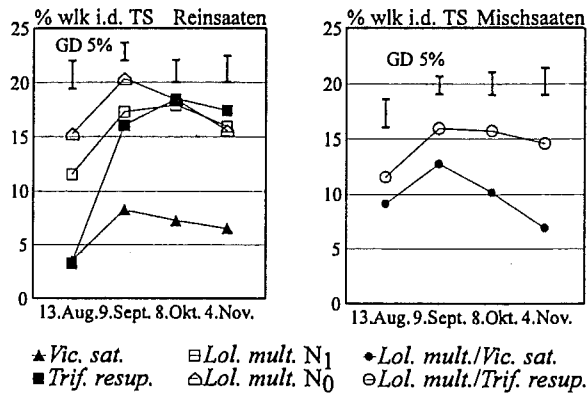


Abbildung 4: ADF-Gehalte der Zwischenfrüchte, 1996

Mischung, offenbar aufgrund von Beschattung (ISSELSTEIN 1993), meist einen signifikant geringeren wlk-Gehalt auf. Der wlk-Gehalt der Leguminosen wird nicht durch den Graspartner beeinflusst.

Die **wlk/Pk-Quotienten** der Varianten sind in Abb. 6 dargestellt. Die Wechselwirkung Variante x Saattermin ist signifikant. Im ersten Beobachtungsjahr geht von dem Faktor Variante der größte Anteil der Varianz aus, im zweiten dagegen von dem Faktor Saattermin. Im ersten Versuchsjahr liegen die wlk/Pk-Quotienten bis auf die *L. multiflorum*-Reinsaat < 2, was nach WEISSBACH et al. (1977) eine schlechte Vergärung erwarten lässt. Dies liegt an dem geringen wlk-Gehalt von *V. sativa* sowie an der hohen Pk der Leguminosen, welche beim ersten Saattermin in beiden Jahren, verglichen mit *L. multiflorum* N₀, signifikant höher ist. Leguminosen sind reicher an organischen Säuren und anderen puffernden Substanzen als Gräser (MCDONALD et al. 1991). *V. sativa* des ersten Saattermines hat im ersten Jahr eine geringere Pk als *T. resupinatum*. Im zweiten Jahr weisen Anfang November erster Saattermin nur die *V. sativa*-Varianten einen wlk/Pk-Quotienten < 2

Erster Saattermin = Anfang Juli



Zweiter Saattermin = Anfang August

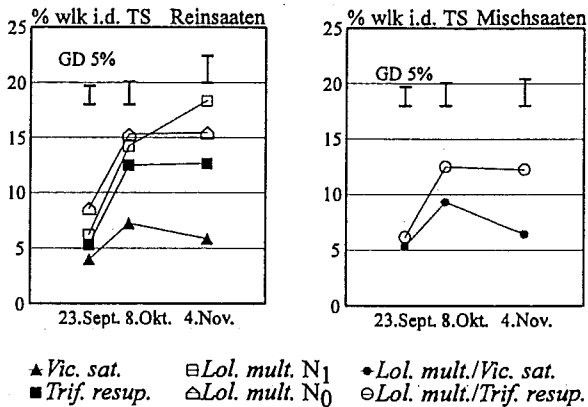


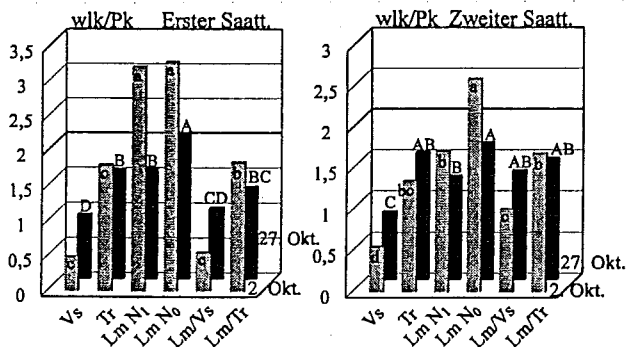
Abbildung 5: wlk-Gehalte der Zwischenfrüchte, 1996

auf, beim zweiten Saattermin sowohl die *V. sativa*- als auch *T. resupinatum*-Varianten. Die Pk der Leguminosen bleibt während der Anbauzeit relativ konstant.

4. Zusammenfassung

V. sativa erwies sich insbesondere bei kühler Witterung, d.h. beim späten Saattermin ertragreicher als *T. resupinatum*, der Klee entwickelte sich bei warmer Witterung schneller als *V. sativa*. *V. sativa* war im Hinblick auf den Rohproteingehalt *T. resupinatum* überlegen, letzterer hatte jedoch eine höhere Energiedichte und somit auch höhere wlk- und geringere ADF-Gehalte. Die Gäreignung der Leguminosen war unbefriedigend: Die wlk/Pk-Quotienten lagen meist < 2, einzige Ausnahme bildeten die *T. resupinatum*-Varianten erster Saattermin zweites Beobachtungsjahr.

Erstes Beobachtungsjahr = 1995



Zweites Beobachtungsjahr = 1996

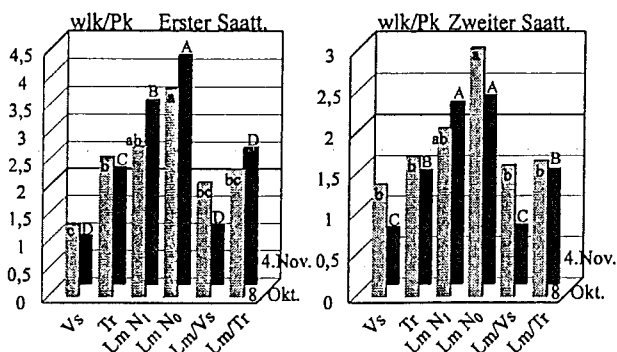


Abbildung 6: wlk/Pk-Quotienten der Zwischenfrüchte

5. Literaturverzeichnis

- ANONYMUS, 1983: Die chemischen Untersuchungen von Futtermitteln. Methodenbuch Band 3, Verl. J. Neumann-Neudamm, Melsungen, Berlin, Basel und Wien.
- ISSELSTEIN, J., 1993: Influence of slight shading, sward density and nitrogen fertilization on yield and nutritive value of *Lolium multiflorum* Lam.. J. Agron. Crop Sci. **170**, 341-347.
- LAMPETER, W., 1967: Untersuchungen über die N-Abgabe der Leguminosen an die Gramineen bei Mischbau und die Beeinflussung des Mineralstoffgehaltes der Gramineen durch die Leguminosenpartner. Albrecht-Thaer-Archiv **11**, 605-618.
- LAMPETER, W., 1959/60: Gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen in bezug auf Sproß- und Wurzelwachstum, Mineralstoffgehalt und Wasserverbrauch - untersucht an einigen wirtschaftlich wichtigen Futterpflanzen. Wiss. Z. Univ. Leipzig **9**, 611-722.
- MCDONALD, P., N. HENDERSON and S. HERON, 1991: The Biochemistry of Silage. 2nd Ed. Chalcombe Publications, Marlow, Bucks.
- MCILROY, R.J., 1967: Carbohydrates of grassland herbage. Herbage Abstr. **37**, 79-87.
- MENKE, K.H. und H. STEINGASS, 1987: Schätzung des energetischen Futterwertes aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. 2. Mitteilung: Regressionsgleichungen. Übersicht zur Tierernährung **15**, 59-94.
- OPITZ v. BOBERFELD W. und B. BISKUPEK, 1995: Zum Einfluß interspezifischer Konkurrenz in einer Kleegrasmischung auf die Futterqualität. J. Agron. Crop Sci. **175**, 355-364.
- PAPASTYLIANOU, I. and S.K.A. DANSO, 1991: Nitrogen fixation and transfer in vetch and vetch-oat mixtures. Soil Biol. Biochem. **23**, 447-452.
- PAPASTYLIANOU, I., 1988: The ¹⁵N methology in estimating N₂ fixation by vetch and pea grown in pure stand or in mixtures with oat. Plant and Soil **107**, 183-188.
- PAPASTYLIANOU, I., 1995: Effect of rainfall and temperature on yield of *Vicia sativa* under rainfed Mediterranean conditions. Grass and Forage Sci. **50**, 456-460.
- PUFFE, D., F. MORGNER, und W. ZERR, 1984: Untersuchungen zu den Gehalten an verschiedenen Inhaltsstoffen wichtiger Futterpflanzen. 3. Mitteilung: Gehalte an wasserlöslichen Sacchariden; Alkaloidgehalte; Blausäuregehalte. D. wirtschaftseig. Futter **30**, 97-108.
- STEINGASS, H. und K.H. MENKE, 1986: Schätzung der energetischen Futterwertes aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. 1. Mitteilung: Untersuchungen zur Methode. Übersicht zur Tierernährung **14**, 251-270.
- WALKER, T.W., H.D. ORCHISTON and A.F.R. ADAMS, 1954: The nitrogen economy of grass legume associations. J. Brit. Grassl. Soc. **9**, 249-174.
- WEISSBACH, F., 1967: Die Bestimmung der Pufferkapazität der Futterpflanzen und ihre Bedeutung für die Beurteilung der Vergärbarkeit. Tagungsber. Deutsche Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin, **92**, 211-220.
- WEISSBACH, F., L. SCHMIDT, G. PETERS, E. HEIN, K. BERG, G. WEISE und O. KNABE 1977: Methode und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit. 3. Aufl., Hrsg.: Akademie der Landwirtschaftswiss. d. DDR, Berlin.
- WIVSTADT, M., A. HEIMER and M. SCHÖNNING, 1990: Field tests with green manure crops. In: GRANSTEDT, A. (ed.), Proc. Ecological Agriculture, NJF Seminar no. 166, Sveriges Lantbruksuniv., Uppsala, Sweden, 154-161.
- YEMM, E.W. and A.J. WILLIS, 1954: The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. Biochem. J. **54**, 508-514.
- ZIEGENBEIN, G., 1965: Persischer Klee (*Trifolium resupinatum* L.). D. wirtschaftseig. Futter **11**, 102-127.

Grünlandwirtschaft in Baden-Württemberg

Martin Elsäßer

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft,
Aulendorf

1. Grünland und Futterbau in Baden-Württemberg

1.1 Flächenanteile und Produktionswert

Von der Landesfläche Baden-Württembergs mit etwa 3,5 Mio. ha sind über 50 % als benachteiligtes Gebiet ausgewiesen. Grünland ist dort oft die einzig mögliche landwirtschaftliche Nutzungsform. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) umfaßt rund 1,5 Millionen ha. Davon sind rund: 840 000 ha (56 %) Ackerland, 580 000 ha (39 %) Grünland und 53 000 ha (5%) Sonderkulturen. Das Grünland gliedert sich auf in 463 000 ha Wiesen, 52 123 ha Mähweiden, 52 400 ha Dauerweiden und 14 400 ha Hutungen (STAT. BERICHTE, 1996). Vom Ackerland werden 120 000 ha futterbaulich genutzt.

Mit ca. 17 % ist ein wesentlicher Anteil der Landesfläche als Wasserschutzgebiet ausgewiesen. Darüberhinaus sind 1,9 % der Landesfläche Naturschutz- und 21 % sind Landschaftsschutzgebiete.

Grünlandwirtschaft für sich allein betrachtet, ergibt wenig Sinn. Ihr hoher Stellenwert in der Landwirtschaft ist das Resultat der sehr engen Verknüpfung mit der Tierhaltung, der Milchwirtschaft, dem Ackerbau und der Hofdüngerwirtschaft. In Baden-Württemberg werden derzeit (Stand Dezember 1996) rund: 1 382 000 Rinder (insgesamt) davon 490 000 Milchkühe und etwa 60 000 Mutterkühe; 80 000 Pferde; 285 000 Schafe und 2000 Ziegen gehalten.

Der Bruttoproduktionswert der baden-württembergischen Landwirtschaft betrug im Wirtschaftsjahr 1995/96 8,7 Mrd. DM. Davon stammen 16,5 % aus der Milcherzeugung und 11,6% aus der Rindermast und dem Kälberverkauf (MLR, 1997).

1.2 Pflanzensoziologische Formationen

Die pflanzensoziologischen Formationen im Grünland Baden-Württembergs sind überaus vielfältig. Sie reichen vom Brometum bzw. Mesobrometum auf der Schwäbischen Alb, über das Nardetum im Schwarzwald bis zum Lolio-Cynosuretum im Württembergischen Allgäu, einer der produktivsten Grünlandregionen Deutschlands. Für Baden-Württemberg existiert bis heute noch keine detaillierte Grünlandkartierung. Zwar liegen einige örtliche Kartierungen und flächenhafte Erhebungen vor (vergl. KRAUSE, 1964), doch wurden diese bisher nicht weiterentwickelt.

1.3 Ertragsvermögen

Die spezifische Intensität der Grünlandbewirtschaftung ergibt sich aus den standörtlichen Voraussetzungen, dem Verwendungszweck des produzierten Aufwuchses und dem Ausbildungs- und Kenntnisstand der praktizierenden Landwirte. Im Durchschnitt werden die baden-württembergischen Grünlandflächen wesentlich weniger hoch gedüngt als vergleichbare Flächen im übrigen Bundesgebiet bzw. in den Niederlanden oder Großbritannien. Das belegen Zahlen aus den Buchführungsergebnissen 1993/94 (MLR 1995b). Dort werden für Baden-Württemberg durchschnittliche Aufwendungen im Pflanzenbau von 66,1 kg N/ha, 31,1

kg P₂O₅/ha und 42,9 kg K₂O sowie 35 kg Kalk/ha angeführt. Für das Bundesgebiet liegen die entsprechenden Werte bei: 102,1 kg N/ha, 29,8 kg P₂O₅/ha, 44,5 kg K₂O/ha und 105 kg Kalk/ha. Für Grünland sind die Aufwendungen in der Regel noch geringer. Allerdings ist in viehstarken, klimatisch begünstigten Grünlandregionen, wie z.B. dem Allgäu, ebenfalls eine hohe Bewirtschaftungsintensität die Regel. In den Mittelgebirgen (Schwarzwald, Schwäbische Alb und Schwäbischer Wald) dagegen befinden sich in der Regel eher kleinbäuerliche Strukturen, deren spezifische Bewirtschaftungsintensität meist gering ist.

2. Nachhaltige Bewirtschaftung von Grünland

Im seit 1995 existierenden Leitbild für die Grünlandwirtschaft Baden-Württembergs sowie in einem Beitrag von BRIEMLE et al. (1996) sind die Anforderungen an und die Ziele einer **nachhaltigen Grünlandwirtschaft** beschrieben. Nachhaltig ist die Wirtschaftsweise demnach dann, wenn mit dem Ziel der Schaffung dauerhaft stabiler Pflanzenbestände die natürlichen Ressourcen Boden, Wasser, Luft geschont werden. Dafür muß teilweise die spezielle Bewirtschaftungsintensität gesenkt werden. Wegen der geologisch, pedologisch und topographisch sehr vielfältigen Naturraumausstattung Baden-Württembergs würde eine gleichförmige Senkung der Nutzungsintensität aller Flächen eines Betriebes oder einer Region auf ein mittleres Niveau jedoch weder die Vielfalt der heimischen Tier- und Pflanzenwelt begünstigen, noch eine gute Futterqualität zulassen. Deshalb ist eine nachhaltige Bewirtschaftung unter Schonung der natürlichen Ressourcen und unter Berücksichtigung der tierhalterischen Erfordernisse am ehesten über eine **Bewirtschaftung mit abgestufter Intensität** zu realisieren. Darunter verstehen wir die Erzeugung von Futter mit guter Qualität auf gut nutzbaren Flächen und den Verzicht auf hohe Intensität auf weniger gut nutzbaren Arealen. Beide Flächenkategorien können sowohl regional als auch auf der Fläche eines Betriebes nebeneinander vorkommen.

Dies bedeutet: von Natur aus produktive Böden, bzw. besonders für den Futterbau prädestinierte Regionen *müssen* intensiv bewirtschaftet werden; mittelmäßige Grünlandstandorte dagegen *können*, und Grenzertragslagen *sollen* extensiver genutzt werden (vgl. MLR, 1994). Würde von diesem Grundsatz abgewichen, so würden ganze Nutzungsrichtungen der Grünlandwirtschaft verhindert werden. Beispielsweise würde die Milchviehhaltung, die auf qualitativ hochwertiges Futter angewiesen ist, anderen Nutzungen, wie etwa der Mutterkuhhaltung Platz machen müssen.

Aus übergeordneter Sicht zeichnen sich in der Landwirtschaft von Baden-Württemberg zwei mögliche Wege für die weitere Entwicklung ab.

- a) Auf günstigen Standorten mit produktiven Böden wird mit einer Produktion auf einer hohen Intensitätsstufe zu rechnen sein.
- b) Auf weniger günstigen Standorten, z.B. den Mittelgebirgslagen und sogenannten Grenzertragsböden, bietet sich die extensive Wirtschaftsweise als nachhaltige Form der Bewirtschaftung von Grünland an.

Unterschiedliche Bewirtschaftungsintensität bedingt jedoch Aufwüchse unterschiedlicher Futterqualität mit unterschiedlicher Einsetzbarkeit (Tabelle 1). Im Lande gibt es etwa 1,2 Millionen rauhutterfressende Großvieheinheiten (RF-GVE). Davon benötigen 64 % (Milchkühe, laktierende Stuten und Schafe, Lämmer) hochwertiges Futter vom Grünland. Bei dieser Tiergruppe können maximal 20 % überständiges Futter verwendet werden. Es handelt sich hier um Produktionsverfahren mit hohen Leistungen.

Mutterkühe, Mastfärsen, Mastochsen, Färsen unter einem Jahr alt und Pferde haben einen Anteil von ca. 18 % der RF-GVE. Von dieser Gruppe können größere Mengen von Grünlandaufwüchsen mittlerer Qualität (Schnittzeitpunkt Beginn bis Ende der Blüte) verwertet werden. Die geringsten Anforderungen an die Futterqualität haben Färsen älter als 1 Jahr, nichtträchtige Schafe, Hammel und Robustpferde mit einem Anteil von 18 % der RF-GVE. Von diesen Tieren können größere Mengen an spätgeschnittenem oder überständigem Futter verwertet werden. Es handelt sich hier um Produktionsrichtungen mit geringen Produktionsleistungen, bei denen im wesentlichen der Erhaltungsbedarf gedeckt werden muß.

Die Bewirtschaftung und Nutzungsintensität beim Grünland sollte demnach auf die Anforderungen der Nutztiere abgestimmt werden. Die Abstufung der Bewirtschaftungsintensität macht aber nur dort einen Sinn, wo unterschiedliche Intensitätsanforderungen verschiedener Produktionsverfahren der Tierhaltung vorhanden sind.

Tabelle 1: Anteil der rauhutterfressenden Tierarten (RF-GVE) und maximale Anteile von Grünlandfutter in den Futterrationen (BRIEMLE et al., 1996)

Produktionsrichtung	RF-GVE ³⁾ in Baden-W. Stand 1992 Summe: ca. 1,2 Mio.	Maximale Anteile von Grünlandfutter in der Futterration (in % der Trockemasse) bei Nutzung im Stadium:				
		vor Ähren-/Rispenschieben ¹⁾	im Ähren-/Rispenschieben ¹⁾	Beginn bis Mitte der Blüte ^{1) 2)}	Ende der Blüte ²⁾	überständig ²⁾
Milchkühe, lakt. Stuten	ca. 62 %	60 - 80	60 - 100	30 - 60	20 - 50	< 20
lakt. Schafe, Lämmer	ca. 2 %	80 - 100	60 - 80	30 - 60	20 - 40	< 20
Mutterkühe, Mastochsen Mastfärsen Färsen < 1 Jahr Pferde	ca. 18 %	bis 50	40 - 80	80 - 100	bis 80	< 30
Färsen > 1 Jahr, nichttr. Schafe, Hammel, Robustpferde	ca. 18 %	bis 30	40 - 70	50 - 80	bis 100	bis 100

1) Grünfutter, Silage; 2) Heu; 3) ohne Mastbullen und Rinder < 0,5 Jahre. Die Fütterung ist nur realisierbar bei separat möglicher Lagerung der Futtermittel.

Die beiden möglichen Entwicklungen, intensive Nutzung günstiger Flächen einerseits und extensive Nutzung ungünstiger Flächen andererseits leiten sich ab aus folgenden Überlegungen. Der sich weiter entwickelnde züchterische Fortschritt in der Rinderhaltung wird in Zukunft immer höhere Milchleistungen je Kuh ermöglichen. Dieser Umstand ist durch eindeutige betriebswirtschaftliche Vorteile begründet (Tabelle 2) (HAIGER, 1993; RINDERREPORT SÜD, 1997) wobei es auf reinen Grünlandstandorten immer schwieriger wird, diese Hochleistungskühe mit genügend Energie aus dem Grünland zu versorgen.

Tabelle 2: Beziehungen zwischen Milch- und Grundfutterleistung, Kraftfutteraufwand sowie Deckungsbeiträgen nach RINDERREPORT SÜD (1997) (Datenbasis: n = 193 Betriebe aus Baden-Württemberg)

Milchleistung (kg)	4000-5000	5000-5500	5500-6000	6000-6500	6500-7000	> 7000
Grundfutterleistung (kg)	1472	1967	2273	2064	3038	3942
Kraftfutteraufwand (dt/Kuh)	14,4	15,3	15,7	18,8	16,6	16,6
Deckungsbeitrag (DM/Kuh)	1831	2059	2249	2434	2710	3264

In der gleichen Untersuchung zeigte sich, daß zwischen der Grundfutterleistung und dem Deckungsbeitrag ein Zusammenhang besteht (Tabelle 3).

Tabelle 3: Zusammenhang zwischen Grundfutterleistung und Deckungsbeitrag (nach RINDERREPORT SÜD (1997) (Basis: n = 193 Betriebe aus Baden-Württemberg))

Grundfutterleistung (kg)	< 1000	>1500	> 2000	> 2500	> 3000	> 3500	> 4000
Deckungsbeitrag (DM/Kuh)	1938	2058	2267	2463	2438	2586	2612

Die Futterkosten je Kilogramm Milch sind jedoch in gemischten Ackerbau-Grünlandbetrieben billiger als in reinen Grünlandbetrieben. Dies trifft aufgrund unterschiedlicher Flächenprämien vor allem dann zu, wenn die Betriebe in Regionen liegen, in denen Silomaisanbau möglich ist.

Da mit einem weiteren Absinken des Milchpreises gerechnet werden muß, ist aufgrund dieser Entwicklung und der sichtbar werdenden Veränderung der Molkereistruktur mit einem zukünftigen Ausscheiden der Milchviehhaltung aus Grenzertragslagen zu rechnen. Als Ersatz dafür kommt die Einführung extensiver Haltungsverfahren, wie z.B. die Haltung von Mutterkühen oder Koppelschafen sowie in begrenztem Umfang die Rinderaufzucht in Frage. Die Haltung von Mutterkühen und die Rinderaufzucht verlangen jedoch große zusammenhängende Weideflächen, die bei der kleinräumigen Struktur in Baden-Württemberg nicht gegeben sind. Günstiger zu beurteilen wäre die Koppelschafhaltung, deren Ausdehnung aber zum einen von den Absatzmöglichkeiten her begrenzt, zum andern auch aus der Sicht des Naturschutzes - verglichen mit der Hüteschafhaltung - unerwünscht ist. Für eine ökonomisch lohnende Mutterkuhhaltung wirken die Verfügbarkeit genügend großer Mutterkuhkontingente und die Gebäudekosten begrenzend. In der Folge müßten für eine erfolgreiche Einführung dieser Haltungsverfahren großräumige Strukturen geschaffen werden. Dies stößt aber in der Praxis auf erhebliche Hindernisse, da meist auch die Grundstückseigentümer von zur Verpachtung anstehenden Flächen an den flächengebundenen Ausgleichszahlungen der öffentlichen Hand partizipieren wollen. Damit können sich die Pachtpreise erhöhen. Die geringe Gewinnspanne bei der Mutterkuhhaltung aber läßt hohe Pachtpreise nicht zu, so daß zukünftig sowohl die Sozialbrache als auch die mit EG-Mitteln geförderte Aufforstung

zunehmen werden (SCHMIDT, 1992; HAMPICKE, 1994). Wenn also Grünland in Grenzlagen erhalten werden soll, dann müßte das System der flächenbezogenen Ausgleichsleistungen für bestimmte Kulturen ("grand culture") ersetzt werden durch Prämienzahlungen, die nicht die Grünlandwirtschaft in der Prämiengewährung ausklammern und an die Bewirtschaftungsform bzw. die Viehhaltung gebunden sind. Eine solches Vorgehen wird mit dem MEKA-Programm bereits erfolgreich praktiziert. Hier werden besondere Wirtschaftsweisen über ein Punktsystem belohnt.

3. Problembereiche

Damit kommt es aufgrund der Struktur und der standörtlichen Bedingungen in Baden-Württemberg zu bestimmten Problembereichen hinsichtlich der Grünlandwirtschaft:

1. Wenn die Existenz bäuerlicher Familien langfristig nicht gesichert ist, dann kommt es zur Abwanderung aus der Landwirtschaft in von Natur aus benachteiligten Gebieten. Ganze Landstriche, z.B. im Schwarzwald, der Schwäbischen Alb, dem Schwäbischen Wald und dem Odenwald werden brachfallen, wenn die Bewirtschaftungsstrukturen nicht aufrechterhalten werden können.
2. Die Abwanderung von Milchquoten aus Grünlandregionen in Maisgebiete (Förderung durch EG) ist zu befürchten. Der züchterische Fortschritt wirkt sich dabei stärker auf die Milchkuhzahlen aus als eventuelle Quotenkürzungen. Grundsätzlich ist die Zucht auf höhere Individualleistungen eine sehr effektive Möglichkeit Futter-, Arbeits- und Stallkosten einzusparen (HAIGER, 1993). Ähnliches gilt für die Leistungssteigerung durch einen verstärkten Kraftfuttereinsatz (STOCKINGER, 1994). Bei einem Zuchtfortschritt von etwa 50 kg Milch pro Kuh und Jahr wird die Kuhzahl bei konstantem Milchkontingent um jährlich 5.000 sinken. In der Folge wird eine Grünlandfläche von etwa 5000 ha (ca. 0.85 %) pro Jahr freigesetzt, die für die Ernährung von Milchkühen nicht mehr benötigt wird. Bei stagnierenden Absatzbedingungen aufgrund der Situation am Heumarkt kommt es dann zu einer weiteren Reduzierung des spezifischen Aufwandes an Betriebsmitteln auf den ohnehin eher extensiv bewirtschafteten Flächen oder zur Aufgabe der Bewirtschaftung. Es kommt also zu regional unterschiedlichen Entwicklungen, die sich in den Veränderungen der Grünlandflächen manifestieren (Tabelle 4). In intensiven Agrar-

Tabelle 4: Veränderung der Milchviehhaltung von 1975 bis 1996 in ausgewählten, typischen Landkreisen Baden-Württembergs (STAT. BERICHT, 1997)

Landkreis	Milchkühe je 100 ha Grünlandfläche		Abnahme in %
	1975	1996	
Breisgau-Hochschwarzwald	71,5	54,0	25
Ravensburg	126,3	125,5	1
Schwäbisch Hall	103,5	96,1	7
Zollern-Albkreis	34,1	20,6	40

regionen veränderte sich die Milchkuhhaltung demnach nur wenig, während in klimatisch weniger begünstigten Regionen die ohnehin geringeren Milchkuhzahlen pro ha wesentlich stärker zurückgingen.

3. Die Aufnahme der Maisflächen in die EU-Ausgleichszahlungen hat zur Folge, daß Silomais das billigste Grundfuttermittel ist. Bei weiterhin sinkenden Milchpreisen kann folglich die ökonomische Milcherzeugung in Gebieten mit Silomais-Produktion länger aufrecht erhalten werden. Der Trend einer Wanderung der Milchquote aus reinen Grünlandgebieten in Ackerregionen wird also durch rückläufige Milchpreise verstärkt werden.
4. Die Zucht auf höhere Milchleistung bewirkt, daß die Milchkühe ein hoch verdauliches Grundfutter erhalten müssen. Bezüglich der Verdaulichkeit und der Energiekonzentration ist der Silomais dem Grundfutter aus Grünland überlegen.
5. Hochverdauliches Grundfutter ist nur bei rechtzeitiger, d.h. früher Nutzung erreichbar. Der Zwang zur zeitigen Nutzung erhöht den Bedarf an Schlagkraft im Technikbereich mit der Folge zunehmender Bodenverdichtung durch Befahren mit großen Maschinen zu teilweise nicht günstigen Zeitpunkten.
6. Durch verschiedene Programme (z.B. MEKA, Landschaftspflege richtlinie bzw. Extensivierungsprogramme) wird der Termin der ersten Nutzung verzögert, das Futter teilweise sehr alt und damit nicht mehr über Milchkühe verwertbar. Gleichzeitig ergeben sich Schwierigkeiten für eine ökonomisch günstige Futterkonservierung. Die Reduzierung der Nutzungsintensität führt evtl. zur Vermehrung unerwünschter Pflanzen (u.a. Herbstzeitlose oder Ackerkratzdisteln).
7. Die Ausdehnung der Mutterkuhhaltung ist durch die Einführung von "Mutterkuh"-Kontingenten, hohe Pachtpreise und kleinräumige Strukturen begrenzt und erschwert.
8. Durch die Förderung über flächenbezogene Ausgleichsleistungen kann es zur Erhöhung der Pachtpreise für produzierende Landwirte kommen, und in der Folge werden Betriebszweige wie die Mutterkuhhaltung unrentabel, wenn die verbleibenden Landwirte auf Zupacht angewiesen sind.
9. In viehstarken Regionen kommt es vereinzelt zu Nährstoffüberbilanzen durch zu hohen Viehbesatz. Rohproteingehalte von über 18 % im Grundfutter erschweren darüberhinaus eine ausgewogene Fütterung. Erhöhte N-Ausscheidungen sind die Folge.

Bei der Frage, inwieweit sich die aufgezeigten Probleme in Baden-Württemberg lösen lassen, ist stets das Potential der in der Landwirtschaft tätigen Menschen zu beachten. Nicht nur die Zahl der landwirtschaftlichen Betriebe ist nämlich in den letzten 40 Jahren drastisch zurückgegangen, sondern auch die Anzahl derjenigen jungen Menschen, die überhaupt noch Landwirtschaft betreiben wollen. Diese grundsätzliche Problematik sei an einigen Zahlen zu den Abschlußprüfungen im Beruf "Landwirt" der letzten 15 Jahre veranschaulicht (Abbildung 1). Ein möglicher Grund für diese Entwicklung ist neben den durchschnittlich geringeren Verdienstmöglichkeiten in der steigenden Arbeitsbelastung und der daraus resultierenden sozialen Diskrepanz zu außerlandwirtschaftlichen Berufen zu sehen.

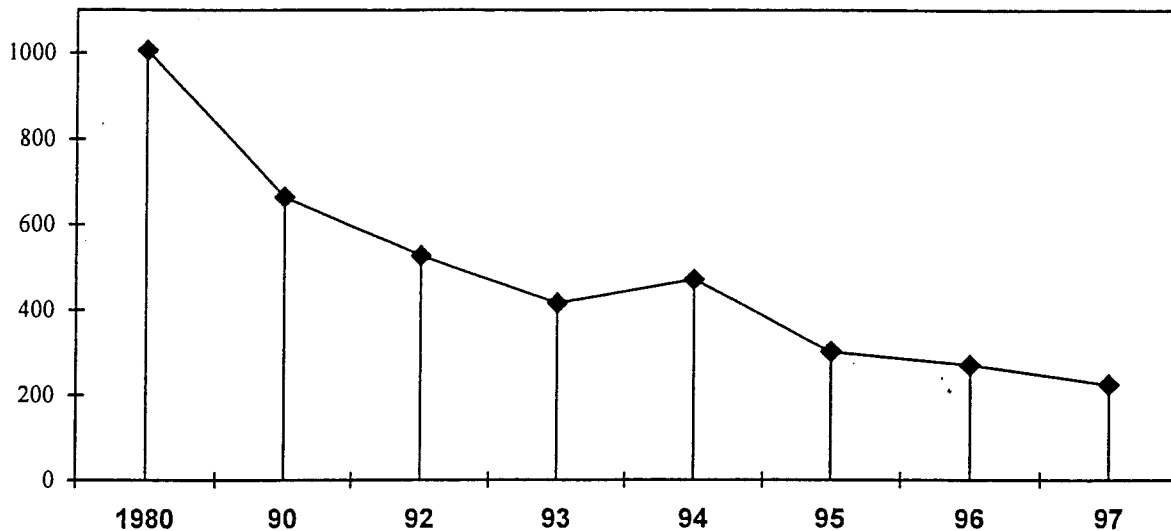


Abbildung 1: Rückgang der Anzahl der Abschlußprüfungen im Beruf „Landwirt“ in Baden-Württemberg

4. Die Tätigkeit einer Landesanstalt als ein Lösungsansatz

Die Abnahme der Anzahl Auszubildender bedeutet aber nicht zwingend die gleichzeitige Abnahme des Beratungsbedarfes. Es kommt im Gegenteil dazu, daß nach Beratung fragende Bauern vermehrt Antworten auf höherem fachspezifischem Niveau verlangen. Dies erfordert spezialisierte Kenntnisse der Berater und unterstützende, speziell anwendungsorientierte Forschung.

Bekanntlich liegen die Hauptaufgaben einer Landesanstalt in der Beratung und Zuarbeit des vorgesetzten Ministeriums in Fachfragen bzw. in der anwendungsbezogenen Forschung. Gleichmaßen sind Landesanstalten aber auch der direkten Umsetzung dieser Erkenntnisse in die landwirtschaftliche Praxis verpflichtet. Zur Erfüllung dieses besonderen Auftrages hat die LVVG Aulendorf bereits vor einigen Jahren folgende spezielle Maßnahmen eingeleitet:

- Kontinuierliche Schulungen aller mit der Grünlandberatung befaßten Berater vor Ort, d.h. die Veranstaltungen finden in unterschiedlichen Regionen des Landes statt.
- Gründung und Leitung eines AK Grünland, in dem streng sachbezogen die besten Grünlandberater des Landes unter Auflösung der hierarchischen Struktur aktiv teilnehmen. In diesem AK wurde u.a. das Leitbild für den Futterbau erarbeitet, das als eine Entscheidungshilfe für die Politik und die Verwaltung gedacht ist.
- Die Anzahl der Unterrichtsstunden im Fach „Grünlandwirtschaft und Futterbau“ für Lehrlinge, Fachschüler und Meisterkandidaten wurde stark erhöht und die Inhalte speziell dem jeweiligen Kenntnisstand angepaßt

- Speziallehrgänge für Tierärzte, Schaf- und Mutterkuhhalter, Pferdewirte, Milchviehbauern, Nebenerwerbslandwirte, Berater von Beratungsdiensten mit Theorie und praktischen Sommertagen werden verstärkt und regelmäßig angeboten.
- Seit nunmehr 6 Jahren finden Baden-Württembergische Grünlandtage mit mindestens zweijähriger Vorbereitungszeit in jeweils wechselnden Regionen statt.

Fachbezogene Forschung

Fachbezogene Forschung im Bereich Grünland und Futterbau wird in Baden-Württemberg allerdings nicht alleine an der Landesanstalt vorgenommen. Neben der Universität Hohenheim, mit der eine gute und intensive Zusammenarbeit besteht, werden Versuchsfragen im Grünland noch von den Regierungspräsidien bearbeitet. Diese Versuchsarbeit, die erst seit wenigen Jahren von Aulendorf koordiniert wird, behandelt in erster Linie Sortenfragen und Spezialprobleme bei der Bewirtschaftung einzelner Regionen. Zusätzlich hat das Institut für Umweltgerechte Landbewirtschaftung in Müllheim ein Grünlandreferat, dessen Hauptaufgabe die internationale Zusammenarbeit mit Frankreich und Schweiz in den Grenzregionen ist. In den letzten Jahren wurden folgende Schwerpunkte bei der angewandten Forschung gesetzt:

Düngung

Seit nunmehr 48 Jahren steht der Name Aulendorf vor allem für vielfältige Aktivitäten im Bereich der organischen Düngung. Untersuchungen zur Ausbringung und Behandlung von Stallmist und Kompost wurden ebenso durchgeführt wie der Aufbau einer speziellen Prüfstation für Güllezusatzmittel. Versuchsfragen der letzten Jahre waren u.a. die Behandlung von Gülle und die Anwendung technischer Alternativen zur Ausbringung von Gülle auf Grünland (Gülleinjektion, Separierung, Biogas etc.), der Einsatz von Filtrationskieselgur als Güllezusatz, die Auswirkung von zu unterschiedlichen Zeitpunkten ausgebrachter Gülle auf Pflanzenbestand und Ertrag.

Desweiteren war ein großer Forschungsschwerpunkt der letzten Jahre die Erarbeitung von Datengrundlagen für die Wasserschutzgesetzgebung und die Überprüfung der wasserschutzgerechten Düngung auf sogenannten „Vergleichsflächen“. Ein bundesweit stets sehr kritisch betrachteter Punkt war und ist nach wie vor die Einbeziehung der N-Lieferung des Standortes als Regelgröße bei der Berechnung der ordnungsgemäßen Düngung.

Futterkonservierung

Der Name Aulendorf stand in früheren Jahren hauptsächlich für das Aulendorfer Heubelüftungssystem mit Ziehstöpseln. Im Zuge der Zeit veränderten sich jedoch die Bedingungen in der Futterkonservierung und die Heubereitung verliert sukzessive an Bedeutung. Zu Beginn der 80er Jahre war die Trocknung mit Alternativenergie noch ein Schwerpunkt. Nach Wegfall des Sachgebietes im Jahre 1984 und Wiedereinführung in 1988 werden u.a. folgende Themen derzeit bearbeitet: Trocknung von Grasarten in dünnen Schichten, Anwendung von Intensiv-aufbereitern bei der Futterwerbung, die Prüfung der Einsatzbedingungen von Siliermitteln bei intensiv und extensiv bewirtschafteten Beständen.

Extensive Grünlandwirtschaft

Seit 1988 beschäftigt sich die LVVG Aulendorf maßgeblich mit den Auswirkungen der Extensivierung im Futterbau. Neben den rein botanischen Effekten können aufgrund der Vereinigung der beiden vormals selbstständigen Fachbereiche Viehhaltung und Grünland-

wirtschaft Synergieeffekte genutzt werden. Das zeigt sich in den Versuchsreihen zur Verfütterbarkeit extensiver Streuwiesen, den Futterwertbestimmungen bei der Ausmagerung von Grünlandflächen und den nun möglichen gemeinsamen Fütterungsversuchen mit Material aus Landschaftspflegeflächen. Im Sachgebiet Grünlandökologie und Grünlandsoziologie wurden u.a. die Mahdverträglichkeitszahl entwickelt, der Begriff „Mindestintensität der Landnutzung“ definiert und vor allem die pflanzensoziologischen Auswirkungen extensiver Grünlandnutzung dokumentiert. Ein wesentliches Ergebnis der letzten Jahre war u.a. die Erkenntnis, daß eine Reduzierung der Nutzungsintensität nicht zwingend die Artenzahl erhöht, sondern daß solche, von Seiten der Naturschützer zwingend erwartete Entwicklungen, sehr wesentlich vom anfänglichen Arteninventar bzw. vom Samenpotential und als integralem Bestandteil, von der Nutzbarkeit des Standortes abhängen. Gerade in der Zusammenarbeit mit dem Naturschutz ergaben sich viele fruchtbare Diskussionen, die von Lerneffekten auf beiden Seiten begleitet wurden. Zu nennen wären hier u.a. die Wiederschaffung von Streuwiesen mit unterschiedlichen Maßnahmen oder die Mindestdüngung von Kalkmagerrasen zur Erhaltung bestimmter Magerrasentypen.

Grünlandbewirtschaftung

Geprüft wurde u.a. die Eignung unterschiedlicher Grasarten zur Ansaaten auf Niedermoorflächen, wobei sich bei unterschiedlichen Versuchen die *Wiesenrispe* besonders bewährt hat. Im Zuge der Verbesserung extensiver Grünlandflächen, z.B. im Schwarzwald, zeigte sich sehr deutlich, daß auch in der moderenen Grünlandbewirtschaftung nicht alle biologischen Vorgänge dem technischen Fortschritt unterzuordnen sind. Letztendlich passen sich Ansaaten nach 5 bis 10 Jahren stets der Bewirtschaftung und den Nutzungsmöglichkeiten des Standortes an. Demnach sind den dauerhaften Veränderungen der botanischen Zusammensetzung von Grünlandflächen eindeutige Grenzen gesetzt.

Ackerfutterbau

Produktionstechnische Fragen des Ackerfutterbaus wurden in den letzten Jahren eher weniger behandelt. Gleichwohl war die Gülledüngung zu Silomais, bzw. die Düngung von Mais und die Ertragsbildung bei unterschiedlicher Bodenbearbeitungen ein Thema. Ebenso wurde die Ertragsfähigkeit von Mais im Vergleich zu anderen Ackerfutterarten in Mittelgebirgslagen einer speziellen Prüfung unterzogen.

Wertprüfungen

Aulendorf ist nach wie vor eine der größten süddeutschen Wertprüfungsstellen für Futterpflanzen, wengleich die Stellensituation eine Reduktion der Anzahl der Prüfungen verlangte.

5. Schlußfolgerungen

Angewandte Forschung und Umsetzung der Erkenntnisse sind sicherlich nicht der alleinige Lösungsweg aus der Krise der Agrarwirtschaft im allgemeinen und der Grünlandwirtschaft im besonderen. Die Ergebnisse angewandter Forschung geben aber den verbleibenden Praktikern und den politischen Entscheidungsträgern ganz wesentliche Grundlagen für eine erfolgreiche Arbeit. Voraussetzung für die zukünftige Arbeit ist allerdings, daß flexibel auf die jeweiligen Erfordernisse reagiert wird. Die stark gestiegene Nachfrage nach Lehrgängen und Vorträgen in den letzten Jahren zeigt, daß die Arbeit erfolgreich war. Wir hoffen sehr, daß sich die Bedingungen so auch zukünftig erhalten lassen. Getreu nach dem Motto: „Es gibt viel zu tun, packen wirs an!“

Literatur

- BRIEMLE, G., ELSÄSSER, M., JILG, T., MÜLLER, W. und H. NUSSBAUM, 1996: Nachhaltige Grünlandbewirtschaftung in Baden-Württemberg. in: Linckh, G., Sprich, H., Flaig, H. und H. Mohr (Hrsgg.) Nachhaltige Land- und Forstwirtschaft - Voraussetzungen, Möglichkeiten, Maßnahmen. Springer Verlag, 215-264.
- HAIGER, A., 1993: Ökologie und Ökonomik in der Milchviehzucht. - Ber. Landwirtschaft 71: 91-97
- HAMPICKE, U., 1994: Der Preis einer vielfältigen Kulturlandschaft. - Der Bürger im Staat, Heft 1/94. Herausgeber: Landeszentrale für politische Bildung Baden-Württemberg, 7-13.
- KRAUSE, W., 1964: Großräumige Auswertung einer Vegetationskarte der Allmendweiden des Hochschwarzwaldes. - Sonderdruck von: "Das Wirtschaftseigene Futter" 18 (2)
- Ministerium Ländlicher Raum, Baden-Württemberg (MLR) 1994: Richtlinie des Ministeriums für ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Baden-Württemberg zur Förderung der Erhaltung und Pflege der Kulturlandschaft und von Erzeugungspraktiken, die der Marktentlastung dienen. - Fassung vom 1.7.1994, Stuttgart
- Ministerium Ländlicher Raum, Baden-Württemberg (MLR) 1995a: Beratungsgrundlagen für die Düngung im Ackerbau und auf Grünland. - Broschüre
- Ministerium Ländlicher Raum, Baden-Württemberg (MLR) 1995b: Betriebsverhältnisse und Betriebsergebnisse von Buchführungsbetrieben 1993/94, Heft 43.
- Ministerium Ländlicher Raum, Baden-Württemberg (MLR) 1997: mündl. Mitteilung, Referat Betriebswirtschaft.
- RINDERREPORT SÜD, 1997: Ergebnisse der Rinderspezialberatung in Baden-Württemberg. Hrsgg.: Rinderspezialberatung Baden-Württemberg, Saulgau.
- SCHMIDT, H. 1992: Kann künftig brachfallendes Grünland überhaupt gepflegt werden? - Tagungsbericht Aulendorfer Symposium "Grünlandextensivierung" v. 5.11.92: 63-65
- STATISTISCHE BERICHTE: Statistische Berichte Baden-Württemberg. Agrarwirtschaft 71/96 bzw. 1/97, Artikelnummer 3332 96001 bzw. 3415 96001, Stuttgart.
- STOCKINGER, C. 1994: Klare Grenzen für die Wachstumskosten. - Fleckvieh 1/94: 22-24

Umwelteinflüsse auf die Symbiotische Stickstoff-Fixierung: Eine komplexe Interaktionskaskade zwischen direkten und indirekten Reaktionen

von

Ueli A. Hartwig

Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH-Zürich, 8092 Zürich

1. Einleitung

Eine hervorragende Eigenschaft von Leguminosen ist ihre Eigenschaft, in einer mutualistischen Symbiose mit den bodenbürtigen Wurzelknöllchen (Rhizobien)-Bakterien molekularen Stickstoff (N_2) zu reduzieren und zu assimilieren. Diese Eigenschaft macht sie unabhängig von der sehr oft wachstumslimitierenden Stickstoff-Versorgung aus dem Boden, wodurch sie gleichzeitig einen bedeutenden Konkurrenzvorteil gegenüber allen anderen Pflanzen besitzen. Die Bedeutung der N_2 -fixierenden Symbiose geht über die der Leguminosen hinaus, indem sie eine Haupt-N-Quelle für die jeweiligen Ökosysteme darstellt. Anthropogene und natürliche Umwelteinflüsse (z.B. Entblätterung, Trockenheit, Hitze, Kälte, variierende pO_2 in der Rhizosphäre oder Nährstoffmangel), interagieren fortlaufend mit verändernder Ressourcenverfügbarkeit, welche z.B. durch Düngung, Bewässerung oder Konkurrenz mit anderen Arten beeinflusst wird. Das langfristige Überleben von Leguminosen hängt davon ab, wie Pflanzen, Rhizobien und die Funktion der Symbiose auf veränderte Umweltbedingungen zu reagieren vermögen. Ökophysiologische Effekte auf Leguminosen beeinflussen mit grosser Wahrscheinlichkeit auch die Funktion der Symbiose. Je nachdem wie Umweltveränderungen die Funktion der Symbiose und den Bedarf der Pflanzen nach Stickstoff beeinflussen, wird die Konkurrenzkraft der Leguminosen verbessert oder verschlechtert. Das Ziel dieses Artikels ist nicht eine erschöpfende Aufzählung von Reaktionen der Symbiotischen N_2 -Fixierung auf alle möglichen Umwelteinflüsse zu geben, sondern anhand ausgewählter Fälle zu diskutieren, wo und wie Umwelteinflüsse das Zustandekommen bzw. die Funktion einer Symbiose entweder verhindern, selektiv beeinflussen oder entsprechend dem Pflanzen N-Sink angepasst regulieren lassen.

2. Umwelteinflüsse auf die Symbiotische N_2 -Fixierung

2.1. Unter extremen Umweltbedingungen wird das Zustandekommen einer Symbiose vollständig verhindert

Das Vorhandensein, Überleben und Vermehren von Rhizobien und Leguminosen ist eine Grundvoraussetzung für das Zustandekommen einer N_2 -fixierenden Symbiose. Es ist unklar, wie weit die beiden Symbiosepartner alleine Überlebensfähig sind. Hingegen geht aus verschiedenen Arbeiten hervor, dass die ökologische und/oder physiologische Bandbreite einer Leguminosen-Rhizobien Symbiose schmaler ist als diejenige der Leguminosen selbst. So wurde beispielsweise bei *Vicia faba* und *Phaseolus vulgaris* unter sehr tiefer Kaliumversorgung während der vegetativen Wachstumsphase keine Knöllchenbildung beobachtet (SANGAKKARA *et al.*, 1996a; b). Dasselbe wurde beobachtet für *Vicia faba* bei hohen Temperaturen (SANGAKKARA *et al.*, 1996a). In beiden Fällen sind aber die Pflanzen trotzdem gewachsen. Da in diesen Experimenten mit effektiven Rhizobien inokuliert wurde, muss angenommen werden, dass die Knöllchenbildung in einem frühen Infektionsstadium unterdrückt wurde. In einem anderen Experiment beobachteten LYNCH und SMITH (1993) keine Knöllchenbildung während 14 Tagen unter tiefen Temperaturen bei Soja. Diese Arbeiten liefern Hinweise, dass unter extremen Umweltbedingungen das

Zustandekommen einer N₂-fixierenden Symbiose vollständig unterdrückt werden kann. Ob solche Leguminosen unter natürlichen Bedingungen konkurrenzfähig sind, ist nicht bekannt.

2.2. Selektive Stimulation oder Unterdrückung der Symbiotischen N₂-Fixierungsaktivität

In verschiedenen Arbeiten wird berichtet, dass durch veränderte Umweltbedingungen die Symbiotische N₂-Fixierung selektiv beeinflusst wird. Unter tiefen Wurzelraum-Temperaturen bei Weissklee beobachteten KESSLER *et al.* (1990), dass die N₂-Fixierungsaktivität stärker beeinträchtigt wurde als das Pflanzenwachstum selbst. Diese Folgerung wurde auf Grund von tieferen %Nsym-Werten (¹⁵N-Isotopen-Verdünnung) aus Klimakammer-Experimenten gezogen. Diese Resultate wurden bestätigt von MACDUFF und DHANOA (1990) durch die Beobachtung einer Zunahme des Nitrat-Assimilation/N₂-Fixierungsverhältnisses unter tiefen Wurzelraum-Temperaturen. Tiefere %Nsym-Werte wurden auch von CADISCH *et al.* (1993) bei verschiedenen tropischen Futterpflanzen unter phosphorlimitierenden Bedingungen gemessen. Es ist bekannt, dass eine N-Düngung sowohl die Nodulation als auch die N₂-Fixierungsaktivität beeinträchtigt. Offensichtlich reduziert das Vorhandensein einer zusätzlichen N-Quelle im Boden den Bedarf nach symbiotisch fixiertem N. Umgekehrterweise führt das Vorhandensein von zusätzlichen N-Sinks im Ökosystem (z.B. Nicht-Leguminosen) dazu, dass die Leguminosen in vermehrtem Masse auf ihre Symbiotische N-Quelle angewiesen sind (HARTWIG *et al.*, 1996). Unter solchen Bedingungen wurde eine Zunahme der %Nsym-Werte festgestellt (BOLLER *et al.*, 1988; SERESINHE *et al.*, 1994; ZANETTI *et al.*, 1996).

2.3. Regulation der Symbiotischen N₂-Fixierung entsprechend dem N-Bedarf der Leguminose bzw. des gesamten Ökosystems

Unzählige Umwelteinflüsse führen zu einer Abnahme der Symbiotischen N₂-Fixierungsaktivität, was in einer grossen Zahl von Publikationen berichtet wurde. Oftmals wurde in diesen Fällen angenommen, dass die Abnahme der N₂-Fixierungsaktivität das Wachstum der Leguminose beeinträchtigt, ohne zu berücksichtigen, dass unter veränderten Umweltbedingungen wie z.B. nach einer Entblätterung oder nach einer N-Düngung der N-Bedarf der Leguminose ebenfalls stark erniedrigt war.

Entblätterung ist ein typisches Beispiel, bei dem lange angenommen wurde, dass die nachfolgende, reduzierte N₂-Fixierungsaktivität den Wiederaustrieb verlangsamen würde. HARTWIG *et al.* (1994) zeigten jedoch, dass dies nicht der Fall ist. Dementsprechend wurde in einem Feldversuch von SERESINHE *et al.* (1994) gezeigt, dass die Schnitthöhe keinen Einfluss hat auf %Nsym-Werte in Weissklee. Ebenfalls unbeeinflusst waren die %Nsym-Werte unter schlechter Kalium-Versorgung und hohen Temperaturen bei *Vicia faba* und *Phaseolus vulgaris* (SANGAKKARA *et al.*, 1996a; b). Diese Beispiele deuten darauf hin, dass in vielen Fällen die Symbiotische N₂-Fixierungsaktivität dem umweltbedingten Pflanzenwachstum bzw. dem N-Sink (INGESTAD, 1982) angepasst wird.

3. Physiologische Grundlagen

3.1. Nodulation, Knöllchenmorphologie

Die eigentlichen Reaktionsmechanismen auf Umweltsignale, welche an der Regulation der Nodulation beteiligt sind, liegen weitgehend im Dunkeln. Viele Arbeiten lassen den Schluss zu, dass als primäres Signal der Bedarf nach symbiotisch fixiertem Stickstoff eine wichtige Rolle spielt. Diese wurde von PARSONS *et al.* (1993) als "N-Feedbackhypothese" formuliert, nachdem an Pflanzen, die unter einem reduzierten N₂-Partialdruck wuchsen, eine stark erhöhte Knöllchenzahl festgestellt wurde; unter diesen Verhältnissen wurde die N₂-Fixierung limitiert und

daher ein höherer N-Sink signalisiert. SANGAKKARA *et al.* (1996a; b) unter tiefer K-Düngung und LYNCH und SMITH (1993) bei tiefen Temperaturen beobachteten ebenfalls eine reduzierte Knöllchenbildung; in beiden Fällen wurde das Wachstum beeinträchtigt und daher der N-Sink reduziert. Physiologisch könnten beide Effekte erklärt werden durch den reduzierten N-Abtransport aus Wurzeln und Knöllchen (MENGEL und HELAL, 1968; GIBSON, 1969; WALSH und LAYZELL, 1986; MARSCHNER, 1995). Im Falle von Nitratdüngung, die ebenfalls zu einer Reduktion der Knöllchenzahl führt, wird der Bedarf nach symbiotisch fixiertem N reduziert.

Nebst der Knöllchenzahl unterliegt aber auch die Knöllchenmorphologie entsprechenden Umweltbedingungen. Tiefer Sauerstoffpartialdruck führt zu einer Entwicklung von Knöllchen mit einem sehr dünnen Kortex, was die Knöllchen- O₂-Diffusion erleichtert (PARSONS und DAY, 1990; DAKORA und ATKINS, 1991). Auch diese Adaptation kann als ein Mechanismus zur Anpassung der N₂-Fixierungsaktivität an den Pflanzen N-Sink angesehen werden.

3.2. Veränderungen der N₂-Fixierungsaktivität durch Regulation der Nitrogenase-Aktivität

Die Symbiotische N₂-Fixierung weist einen sehr hohen Energiebedarf auf (16 mol ATP pro mol N₂ bzw. 6-8 g C pro g N), weshalb an die Knöllchenatmung hohe Anforderungen gestellt werden. Diese Tatsache mag der Grund sein, weshalb die meisten Untersuchungen, die zum Ziel hatten, die Regulation der Nitrogenase-Aktivität zu verstehen, sich mit der Knöllchen-Respiration auseinandersetzten. Wir müssen davon ausgehen, dass jede Limitierung der Kohlenhydrat-Verfügbarkeit und/oder der O₂-Zufuhr in die Knöllchen die N-Fixierung sehr schnell stark beeinträchtigt. Obwohl Knöllchen-Kohlenhydratkonzentrationen z.B. nach einer vollständigen Entblätterung schnell und stark abnehmen (GORDON *et al.*, 1986; WEISBACH *et al.*, 1996), gehen wir nicht davon aus dass diese Abnahme den unmittelbaren Regulationsfaktor der Nitrogenase-Aktivität darstellt (HARTWIG *et al.*, 1990; CURIONI *et al.*, unpublizierte Daten). Verschiedene Experimente mit hohem und tiefem atmosphärischem pCO₂, mit dem Ziel das Kohlenhydratangebot aus der laufenden Photosynthese zu beeinflussen, lassen den Schluss zu, dass Kohlenhydrate aus der laufenden Photosynthese ebenfalls keine unmittelbaren Regulationsfaktoren der Nitrogenase-Aktivität darstellen (FINN und BRUN, 1982; WILLIAMS *et al.*, 1982; CULVENOR und SIMPSON, 1990; HARTWIG *et al.*, 1994).

Da freier Sauerstoff die Nitrogenase hemmt, gleichzeitig aber die Atmungsaktivität in Knöllchen sehr hoch ist, muss O₂ unter einem sehr tiefen Partialdruck einen sehr hohen Fluss aufweisen. WEISZ und SINCLAIR (1987) demonstrierten ein ausserordentlich flexibles Anpassungspotential der Knöllchen, auf veränderte Sauerstoff-Bedingungen in der Rhizosphäre zu reagieren. MINCHIN *et al.* (1983) und WITTY *et al.* (1984) postulierten, dass veränderte O₂-Permeabilität in den Knöllchen einen generellen Regulationsmechanismus der Nitrogenase-Aktivität darstellt. Dass dies z.B. nach einer Entblätterung zutrifft, wurde gezeigt von HARTWIG *et al.* (1987) bei Weissklee, von DENISON *et al.* (1991) bei Soja, von DENISON *et al.* (1992) bei Hornklee und Luzerne und von DIAZ DEL CASTILLO *et al.* (1992) bei Lupine und Erbse. Eine Sauerstoff-Limitierung scheint nach einer Entblätterung während des ganzen Wiederaufwuchses vorhanden zu sein (WEISBACH *et al.*, 1996). Es kann daher angenommen werden, dass die Abnahme der Knöllchen-Kohlenhydratkonzentrationen eine Folge und nicht unmittelbare Ursache der Abnahme der Nitrogenase-Aktivität darstellt (GORDON *et al.*, 1986; HARTWIG *et al.*, 1990; WEISBACH *et al.*, 1996).

Veränderte Knöllchen-Sauerstoffpermeabilität scheint auch verantwortlich zu sein für die Regulation der Nitrogenase-Aktivität nach einer Nitratdüngung (MINCHIN *et al.*, 1986; CARROLL *et al.*, 1987; VESSEY *et al.*, 1988) oder unter Trockenstress (DURAND *et al.*, 1989). Eine variable

Sauerstoffpermeabilität könnte auch einen Mechanismus darstellen, um eine schlechte Nodulation teilweise oder vollständig zu kompensieren. Hinweise dafür existieren indirekt, wo die N₂-Fixierung pro Knöllchenmasse oder Knöllchenzahl unter verschiedenen Stressbedingungen erhöht war (SANGAKKARA *et al.*, 1996a; b; LYNCH und SMITH, 1993). HARTWIG und NÖSBERGER (1994) postulierten eine variable Knöllchen-Sauerstoffpermeabilität als allgemeinen Mechanismus zur Regulation der Nitrogenase-Aktivität an den N-Bedarf der Pflanze.

4. Die N-Feedbackhypothese: Ein grundlegendes Konzept der Regulation der N₂-Fixierung?

HEIM *et al.* (1993) konnten den negativen Effekt auf die Nitrogenase-Aktivität, den eine vollständige Entblätterung normalerweise zur Folge hat, signifikant mildern, wenn die Knöllchen kein N₂ fixieren konnten. Dies wurde erreicht, indem die Rhizosphäre einer Ar:O₂ (80:20, v:v) Atmosphäre ausgesetzt war und somit das Substrat für die N₂-Fixierung fehlte. Dieses Resultat wurde so interpretiert, dass bei veränderter N₂-Fixierung (Ar:O₂), ein möglicher N-Feedback Mechanismus viel weniger stark funktionieren kann. Eine mögliche biochemische Erklärung für einen solchen N-Feedback Mechanismus wurde gegeben durch Arbeiten von OTI-BOATENG und SILSBURY (1993), in denen die Nitrogenase-Aktivität durch Injektion von Asparagin oder Glutamin in den Stengel verringert werden konnte. In einem sehr eleganten Experiment, bei dem den Pflanzen Stickstoff in Form von Ammoniak-Gas über die Blätter zugeführt wurde, konnten NEO und LAYZELL (1997) die Nitrogenase-Aktivität ebenfalls reduzieren. In diesem Experiment wurde eine signifikante Zunahme der Phloem-Aminosäuren gemessen. Die Tatsache, dass nach einer Entblätterung von Weissklee der Gehalt verschiedener Aminosäuren im Xylem rasch und stark ansteigt, unterstützt diese Hypothese weiter (TROMMLER *et al.*, unpublizierte Daten; HARTWIG *et al.*, 1997).

Wie von PARSONS *et al.* (1993) und HEIM *et al.* (1993) vorgeschlagen, könnte ein N-Feedback Mechanismus generell ein Signal zur Regulation der N₂-Fixierung darstellen. Ein solcher Mechanismus würde gleichzeitig eine physiologische Beziehung zwischen Leguminosen bzw. der Symbiotischen N₂-Fixierung und Ökosystemen darstellen (HARTWIG *et al.*, 1986). Trotz den starken Hinweisen für die Existenz eines solchen Mechanismus verstehen wir die mechanistischen Grundlagen im Moment weder für die Nodulation noch für die Regulation der Nitrogenase-Aktivität.

5. Literatur

- BOLLER, B.C. und NÖSBERGER, J. 1988: Influence of dissimilarities in temporal and spatial N-uptake patterns on ¹⁵N-based estimates of fixation and transfer of N in ryegrass-clover mixtures. *Plant and Soil*, 112, 167-175.
- CADISCH, G., SYLVESTER-BRADLEY, R., BOLLER, B.C. und NÖSBERGER, J. 1993: Effects of phosphorus and potassium on N₂ fixation (¹⁵N-dilution) of field-grown *Centrosema acutifolium* and *C. macrocarpum*. *Field Crops Research*, 31, 329-340.
- CARROLL, B.J., HANSEN, A.P., MCNEIL, D.L. und GRESSHOFF, P.M. 1987: Effect of oxygen supply on nitrogenase activity of nitrate- and dark-stressed soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) plants. *Australian Journal of Plant Physiology*, 14, 679-687.
- CULVENOR, R.A. und SIMPSON, R.J. 1990: Studies on the relation between net photosynthesis and nitrogenase-linked respiration in subterranean clover. *Journal of Experimental Botany* 41, 933-939.
- DAKORA, F.D. und ATKINS, C.A. 1991: Adaptation of nodulated soybean (*Glycine max* L. Merr.) to growth in rhizospheres containing nonambient pO₂. *Plant Physiology*, 96, 728-736.

- DAY, D.A. und COPELAND, L. 1991: Carbon metabolism and compartmentation in nitrogen-fixing legume nodules. *Plant Physiology and Biochemistry*, 29, 185-201.
- DENISON, R.F., HUNT, S. und LAYZELL, D.B. 1992: Nitrogenase activity, nodule respiration, and O₂ permeability following detopping of alfalfa and birdsfoot trefoil. *Plant Physiology*, 98, 894-900.
- DENISON, R.F., SMITH, D.L., LEGROST, T. und LAYZELL, D.B. 1991: Noninvasive measurement of internal oxygen concentration of field-grown soybean nodules. *Agronomy Journal*, 83, 166-169.
- DIAZDELCASTILLO, L., HUNT, S. und LAYZELL, D.A. 1992: O₂ regulation and O₂-limitation of nitrogenase activity in root nodules of pea and lupin. *Physiologia Plantarum*, 86, 269-278.
- DURAND, J.L., SHEEHY, J.E. und MINCHIN, F.R. 1987: Nitrogenase activity, photosynthesis and nodule water potential in soybean plants experiencing water deprivation. *Journal of Experimental Botany*, 38, 311-21.
- FINN, G.A. und BRUNN, W.A. 1982: Effect of atmospheric CO₂ enrichment on growth, nonstructural carbohydrate content, and root nodule activity in soybean. *Plant Physiology* 69, 327-331.
- GIBSON, A.H. 1969 Physical environment and symbiotic nitrogen fixation: VI. Nitrogen retention within nodules of *Trifolium subterraneum* L. *Australian Journal of Biological Science*, 22, 829-838.
- GORDON, A.J., RYLE, G.J.A., MITCHEL, D.F., LOWRY, K.H. und POWELL, C.E. 1986: The effect of defoliation on carbohydrate, protein and leghaemoglobin content of white clover nodules. *Annals of Botany*, 58, 141-156.
- HARTWIG, U.A., BOLLER, B.C., BAUR-HÖCH, B. und NÖSBERGER, J. 1990: The influence of carbohydrate reserves on the response of nodulated white clover to defoliation. *Annals of Botany*, 65, 97-105.
- HARTWIG, U.A., BOLLER, B.C. und NÖSBERGER, J. 1987: Oxygen supply limits nitrogenase activity of clover nodules after defoliation. *Annals of Botany*, 59, 285-291.
- HARTWIG, U.A., HEIM, I., LÜSCHER, A. und NÖSBERGER, J. 1994: The nitrogen-sink is involved in the regulation of nitrogenase activity in white clover after defoliation. *Physiologia Plantarum*, 92, 97-105.
- HARTWIG, U.A. und NÖSBERGER, J. 1994: What triggers the regulation of nitrogenase activity after defoliation? *Plant and Soil*, 161, 109-114.
- HARTWIG, U.A., TROMMLER, J., WEISBACH, C., WALTHER, P., CURIONI, P., SCHULLER, K.A. und NÖSBERGER, J. 1997: Is the variable oxygen permeability in nodules a physical or a physiological phenomenon? *Biological Fixation of Nitrogen for Ecology and Sustainable Agriculture* (A. Legocki, H. Bothe and A. Pühler, eds.), pp. 241-144, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- HARTWIG, U.A., ZANETTI, S., HEBEISEN, T., LÜSCHER, A., FREHNER, M., FISCHER, B., VAN KESSEL, CH., HENDREY, G.R., BLUM, H. und NÖSBERGER, J. 1996: Symbiotic nitrogen fixation: one key to understand the response of temperate grassland ecosystems to elevated CO₂? *Carbon Dioxide, Populations, and Communities* (eds. Körner, C. & Bazazz, F.), pp. 253- 264. Academic Press, San Diego.
- HEIM, I., HARTWIG, U.A. und NÖSBERGER, J. 1993: Current nitrogen fixation is involved in the regulation of nitrogenase activity in white clover (*Trifolium repens* L.). *Plant Physiology*, 103, 1009-1014.
- INGESTAD, T. 1982: Relative addition rate and external concentration: driving variables used in plant nutrition research. *Plant, Cell and Environment*, 5, 443-453.
- KESSLER, W. BOLLER B.C. und NÖSBERGER, J. 1990: Distinct influence of root and shoot temperature on nitrogen fixation by white clover. *Annals of Botany*, 65, 341-346.
- LYNCH, D.H. und SMITH, D.L. (1993) Soybean (*Glycine max*) nodulation and N₂-fixation as affected by exposure to a low root-zone temperature. *Physiologia Plantarum*, 88, 212-220.

- MACDUFF, J.H. und DHANON, M.S. 1990: N₂ fixation and nitrate uptake by white clover swards in response to root temperature in flowing solution culture *Annals of Botany*, 65, 325-335.
- MARSCHNER, H. 1995: Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, London, U.K. 2nd edition, 889 pp.
- MENGEL, K. und HELAL, M. 1968: Der Einfluss einer variierten N- und K-Ernährung auf den Gehalt an löslichen Aminoverbindungen in der oberirdischen Pflanzenmasse von Hafer. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 120, 12-20.
- MINCHIN, F.R., MINGUEZ, M.I., SHEEHY, J.E. WITTY, J.F. und SKOT, L. 1986: Relationship between nitrate and oxygen supply in symbiotic nitrogen fixation by white clover. *Journal of Experimental Botany*, 37, 1103-1113.
- MINCHIN, F.R., WITTY, J.F., SHEEHY, J.E. und MÜLLER, M. 1983: A major error in the acetylene assay: decreases in nodular nitrogenase activity under assay conditions. *Journal of Experimental Botany*, 34, 641-649.
- NEO, H.H. und LAYZELL, D.B. 1997: Phloem glutamine and the regulation of O₂ diffusion in legume nodules. *Plant Physiology*, 113, 259-267.
- OTI-BOATENG, C. und SILSBURY, J.H. 1993: The effects of exogenous amino acid on acetylene reduction activity of *Vicia faba* L. cv. Fiord. *Annals of Botany*, 71, 71-74.
- PARSONS, R. und DAY, D.A. 1990: Mechanism of soybean nodule adaptation to different oxygen pressures. *Plant Cell and Environment*, 13, 501-512.
- PARSONS, R., STANFORD, A., RAVEN, A.J. und SPRENT, J.I. 1993: Nodule growth and activity may be regulated by a feedback mechanism involving phloem nitrogen. *Plant Cell and Environment*, 16, 125-136.
- SANGAKKARA, U.R., HARTWIG, U.A. und NÖSBERGER, J. 1996a: Growth and symbiotic nitrogen fixation of *Vicia faba* and *Phaseolus vulgaris* as affected by fertilizer potassium and temperature. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 70, 315-320.
- SANGAKKARA, U.R., HARTWIG, U.A. und NÖSBERGER, J. 1996b: Soil moisture and potassium affect the performance of symbiotic nitrogen fixation in faba bean and common bean. *Plant and Soil*, 184, 123-130.
- SERESINHE, T., HARTWIG, U.A., KESSLER, W. und NÖSBERGER, J. 1994: Symbiotic nitrogen fixation of white clover in a mixed sward is not limited by height of repeated cutting. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 172, 279-288.
- VESSEY, J.K., WALSH, K.B. und LAYZELL, D.B. 1988: Oxygen limitation of N₂ fixation in stem-girdled and nitrate-treated soybean. *Physiologia Plantarum*, 73, 113-121.
- WALSH, K.B. und LAYZELL, D.B. 1986: Carbon and nitrogen assimilation and partitioning in soybeans exposed to low root temperatures. *Plant Physiology*, 80, 249-255.
- WEISBACH, C., HARTWIG, U.A. HEIM, I. und NÖSBERGER, J. 1996: Whole nodule carbon metabolites are not involved in the regulation of the oxygen permeability and nitrogenase activity in white clover nodules. *Plant Physiology*, 110, 539-545.
- WEISZ, P.R. und SINCLAIR, T.R. 1987: Regulation of soybean nitrogen fixation in response to rhizosphere oxygen. II. Quantification of nodule gas permeability. *Plant Physiology*, 84, 906-910.
- WILLIAMS, L.E., DEJONG, T.M. und PHILLIPS, D.A. 1982: Effect of change in shoot carbon-exchange rate on soybean nodule activity. *Plant Physiology* 69, 432-436.
- WITTY, J.F., MINCHIN, F.R., SHEEHY, J.E. und MINGUEZ, M.I. 1984: Acetylene induced changes in the oxygen diffusion resistance and nitrogenase activity of legume root nodules. *Annals of Botany*, 53, 13-20.
- ZANETTI, S., HARTWIG, U.A., LÜSCHER, A., HEBEISEN, T., FREHNER, M., FISCHER, B.U., HENDREY, G.R., BLUM, H. und NÖSBERGER, J. 1996: Stimulation of symbiotic N₂ fixation in *Trifolium repens* L. under elevated pCO₂ in a grassland ecosystem. *Plant Physiology*, 112, 575-583.

Ergebnisse von Kräutereinsaaten in Grünlandbestände

H. Käding und G. Petrich¹

1 Einleitung und Problemstellung

Vergleicht man die Grünlandvegetationen verschiedener Standorte, so erweist sich das Niedermoorgrünland als besonders artenarm. Selbst bei extensiver Bewirtschaftung stellt sich nur eine geringe Artenvielfalt ein. Eine Erhöhung des Artenreichtums dieser Standorte, insbesondere an Kräutern, wäre wünschenswert. Auch aus ästhetischer und ökologischer Sicht wäre ein größerer Kräuteranteil anzustreben, denn er böte zusätzlichen Lebensraum und Nahrungsgrundlage für pflanzliche und tierische Individuen.

Ein gewisser Anteil wertvoller Kräuter verbessert Futterqualität und Mineralstoffgehalt des Erntegutes, was bei landwirtschaftlicher Nutzung von Niedermoorgrünland bedeutsam ist. Kräuterreiches Futter wirkt sich außerdem günstig auf die Gesundheit, Leistung und Fruchtbarkeit der Nutztiere aus.

An Hand der durchgeführten Versuche sollte geklärt werden, inwieweit Kräutereinsaaten geeignet sind einen höheren Kräuteranteil zu erzielen. Weiterhin war das Ausdauerverhalten der eingesäten Kräuter bei extensiver Grünlandbewirtschaftung über mehrere Jahre zu testen.

2 Material und Methoden

Zur Prüfung von Kräutereinsaaten in Grünlandbestände wurden drei Versuche durchgeführt. Im April und August 1992 wurde Versuch I angelegt. Zum Vergleich kamen eine Einsaat von Kräutern mit einer Gras-Klee-Einsaat und einer Variante ohne Einsaat. Bonitur und Ernte des Parzellenversuches erfolgten von 1993 bis 1995 2x jährlich.

Im April 1993 wurden für Versuch II neun verschiedene Kräutermischungen als einfaktorielle Blockanlage mit vier Wiederholungen angesät. Es handelt sich hier sowohl um Firmenmischungen (Variante 2 bis 7) als auch um in Paulinenaue aus Einzelarten erstellte Mischungen (Variante 8 und 9). Variante 1 blieb ohne Ansaat. Gleichzeitig erfolgten Reinsaaten von 12 Kräuterarten, um Entwicklung und Ausdauer der Einzelarten besser beurteilen zu können. Dieser Parzellenversuch wurde ebenfalls 2x bonitiert und geerntet, ohne allerdings den Ertrag zu ermitteln.

Für Versuch III wurde im Sommer 1993 auf einer Produktionsfläche eine vielseitig zusammengesetzte Kräutermischung (5 kg/ha) mit einer Scheibendrimmaschine eingesät. Ein im Frühjahr 1994 dort angelegter Schnittzeitenversuch diente dazu, den Einfluß von Schnittermin und Schnitthäufigkeit auf Ausdauer und Leistungsfähigkeit der Kräuternachsaat zu testen.

Pflanzenbestandsbonituren aller Prüfglieder erfolgten einheitlich im Frühjahr (Juni) und Herbst (Sept./Okt.).

Alle Versuche befinden sich auf einem Niedermoorstandort im Havelländischen Luch.

Mit Versuchsanlage wurde bei allen Versuchen jegliche Düngung eingestellt und das Schnittgut abgefahren, was im Laufe der Versuchsjahre zur Aushagerung des Standortes führte.

¹Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung, Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie, Eberswalder Straße 84, 15374 Müncheberg

3 Ergebnisse

3.1 Versuch I

Von den angelegten Varianten wird hier die Kräutereinsaatvariante mit der Kontrollvariante (ohne jegliche Einsaat) verglichen. Auf der zuvor schon extensiv bewirtschafteten Grünlandfläche (2-Schnittnutzung ohne jegliche Düngung) konnte der schon vorhandene höhere Kräuteranteil noch erhöht werden. Beachtliche Ertragsanteile erreichten, über die vier Versuchsjahre, der Spitzwegerich (*Plantago lanceolata*), die Schafgarbe (*Achillea millefolium*) und die Wilde Möhre (*Daucus carota*) sowie die Leguminosen Weißklee (*Trifolium repens*) und Hornklee (*Lotus corniculatus*).

Gleichzeitig konnte durch Kräutereinsaaten der Trockenmasse-Ertrag gesteigert werden. Der Ertragsanstieg war deutlich höher als der Anstieg der Kräuteranteile. Die eingesäten Kräuter lieferten offenbar höhere Erträge als die vorhandenen standorttypischen Kräuter und Gräser.

3.2 Versuch II

Von den 12 als Reinsaat ausgesäten Arten konnten sich Wiesenflockenblume (*Centaurea jacea*), Kuckuckslichtnelke (*Lychnis flos-cuculi*) und Wiesensalbei (*Salvia pratensis*) zu einem dichten Bestand entwickeln, der über die vier Versuchsjahre ausdauernte. Die Arten Wiesenmargerite (*Leucanthemum vulgare*), Schafgarbe (*Achillea millefolium*), Wiesenlabkraut (*Galium mollugo*) und Großer Wiesenknopf (*Sanguisorba officinalis*) waren zwar schwächer im Deckungsanteil aber auch über vier Versuchsjahre im Bestand vorhanden. Wiesenbocksbart (*Tragopogon pratensis*), Geruchlose Kamille (*Matricaria maritima*) und Wiesenglockenblume (*Campanula patula*) waren nur drei Jahre nach der Ansaat nachweisbar, während Färberscharte (*Serratula tinctoria*) gar nicht aufblief. Blutweiderich (*Lythrum salicaria*) wurde vereinzelt festgestellt, kann aber auch aus bodenbürtigem Saatgut stammen.

Die Einsaat acht unterschiedlicher Kräutermischungen in den Grasbestand weist in bezug auf die Artenzahl deutliche Unterschiede zwischen den Mischungsvarianten während der vier Versuchsjahre auf (Abb. 1). Generell hat durch die extensive Bewirtschaftung (ohne Düngung, zwei Schnitte) die Anzahl standorttypischer, nicht angesäter Kräuterarten von Jahr zu Jahr zugenommen. Im Ansaatjahr erreichten Variante 6, 2, 3 und 5 recht hohe Artenzahlen, die in den nachfolgenden Jahren deutlich geringer wurden. Offensichtlich war in diesen Mischungen ein beträchtlicher Anteil einjähriger Arten enthalten. Im 2. und 3. Versuchsjahr wiesen die Kräutervarianten 2, 3, 6 und 8 die höchste Zahl angesäter Arten aus. Im 4. Versuchsjahr blieben die Varianten 8 und 9, beides Paulinenauer Eigenmischungen, überlegen. Beachtenswert ist die Tatsache, daß Variante 1 (Kontrollvariante ohne Kräutereinsaat) ab 3. Versuchsjahr Arten enthielt, die zu Versuchsbeginn in anderen Varianten angesät wurden. Offenbar ist es bei der vorgegebenen Bewirtschaftungsweise zu Samenausfall und zur Übertragung auf Nachbarparzellen gekommen.

Die Deckungsanteile an Kräutern waren im 1. Nutzungsjahr in sehr hohem Maße von der angesäten Mischung abhängig (Tab. 1). Vom 2. bis 4. Nutzungsjahr wird die Überlegenheit der Varianten 9, 8, 3 und 6 deutlich erkennbar. Die Varianten 2, 4, 5 und 7 gleichen im Deckungsanteil zu Versuchsende 1996 der Kontrollvariante.

Gruppiert man die Einzelarten je Variante nach Grünfütter- bzw. Heufütterwert (ELLENBERG et al. 1992) in gute, mittelmäßige, niedrigliegende und giftige, so brachte die Kräutereinsaat keine gesicherten Unterschiede gegenüber der Kontrollvariante. Da nicht alle Kräuterarten mit Zeigerwerten besetzt sind, konnte auch nur ein Teil der Arten gewertet werden. Allgemein kann durch Erhöhung des Arteninventars mittels Kräutereinsaat nicht gleichzeitig von einer Verbesserung der Futterqualität ausgegangen werden.

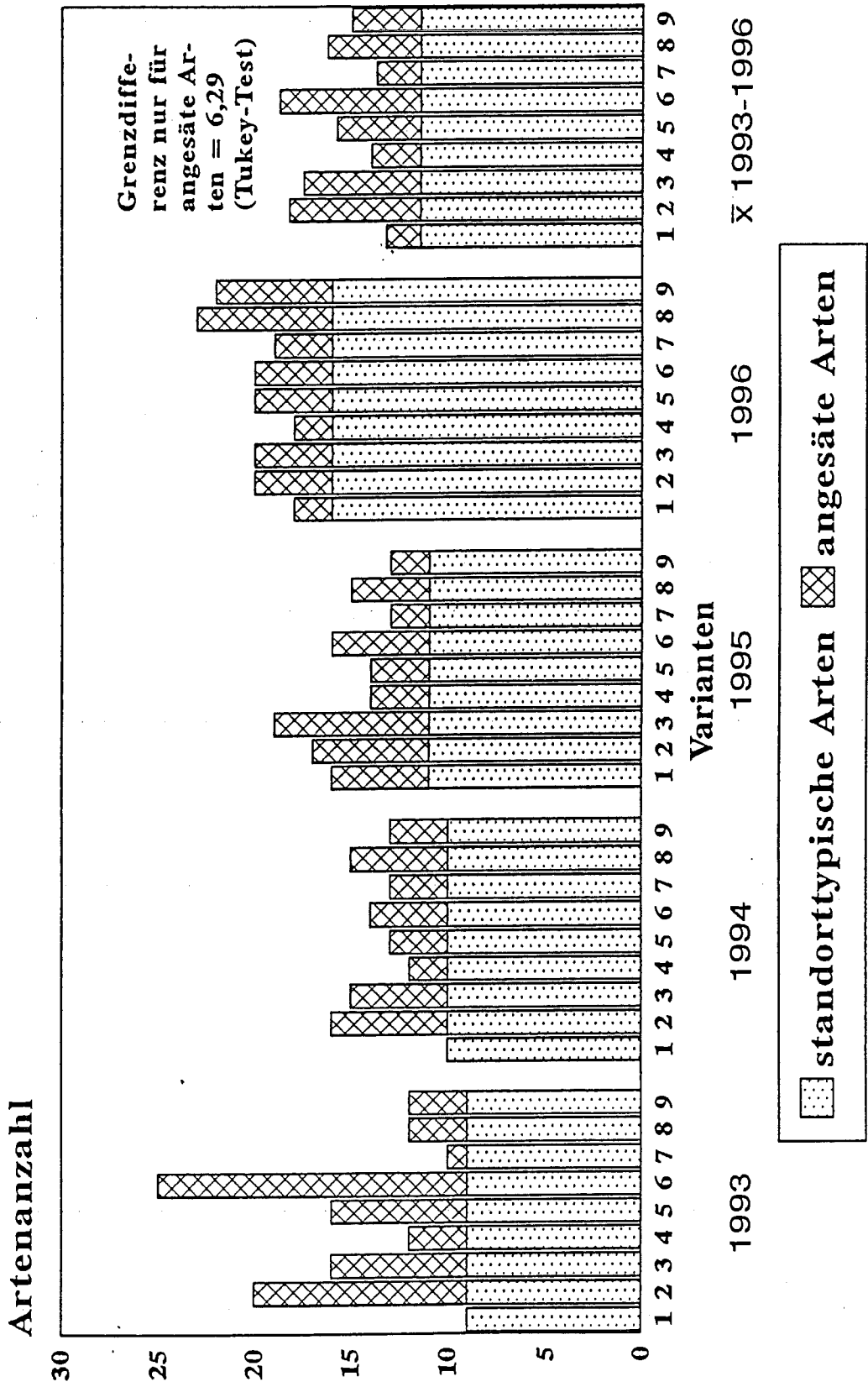


Abb. 1: Anzahl standorttypischer bzw. angesäter Kräuterarten nach
Einsaat im Frühjahr 1993 - Herbstbonituren

Tabelle 1

Deckungsanteile an Kräutern (%) in Abhängigkeit von den Ansaatmischungen

Variante	1993	1994	1995	1996	\bar{x} 94-96
1	5	15,8	8,4	18,6	14,2
2	70	22,6	7,5	17,1	15,8
3	70	25,4	13,6	26,2	21,8
4	2	17,6	7,0	19,1	14,6
5	20	18,4	5,8	21,0	15,0
6	50	20,6	13,2	25,4	18,8
7	5	17,4	8,1	22,4	16,0
8	15	29,0	21,2	30,2	26,8
9	15	27,1	15,5	26,8	23,1
\bar{x}	28,0	21,5	11,1	23,0	18,5
GD α 5 % (Tukey)	-	13,9	10,7	16,2	9,0

Für die landwirtschaftliche Nutzung kräuterreicher Grünlandbestände ist auch die Mahdverträglichkeit bedeutungsvoll. Die Mahdverträglichkeit nach BRIEMLE & ELLENBERG (1994) hat sich durch Kräutereinsaaten verändert. In Variante 3 ist gegenüber Variante 5 und 6 die Anzahl an Arten mit guter bis sehr guter Mahdverträglichkeit signifikant geringer. Variante 7 hat dagegen die höchste Anzahl Kräuter mit schlechter Mahdverträglichkeit und ist gegenüber den Varianten 2, 3, 6 und 9 statistisch unterlegen.

Vergleicht man die Stickstoffzeigerwerte der nicht angesäten Kräuter der einzelnen Varianten, so ist eine geringe, statistisch nicht gesicherte Schwankungsbreite von 6,2 bis 6,7 vorhanden. Die Amplitude reicht bei den angesäten Arten von 4,0 bis 4,5 und ist ebenfalls nicht signifikant. Demgegenüber sind die mittleren Stickstoffzeigerwerte zwischen nichtangesäten mit 6,5 und angesäten mit 4,2 deutlich unterschiedlich (GD α 5 % Tukey - 1,05). Daraus ist ersichtlich, daß die angesäten Arten dem N-reichen Niedermoorstandort weniger gut angepaßt sind und die Gefahr der geringeren Konkurrenz für eine längere Ausdauer besteht.

3.3 Versuch III

Erstaunlicherweise hatten Schnitthäufigkeit und Schnittermin relativ geringe Auswirkungen auf Kräuteranzahl, Ertragsanteile und Kräutererträge der einzelnen Prüfglieder (Tab. 2). Lediglich Variante 3 (Zweitschnittnutzung im Juli und Oktober) wies sowohl 1995 eine insgesamt geringere Kräuteranzahl als auch 1996 einen geringeren Ertragsanteil von Kräutern am Gesamtertrag auf. Variante 1 (Schnittnutzung im Juli) war im Gesamtertrag und im Kräuterertrag gegenüber den übrigen Varianten deutlich leistungsschwächer, aber statistisch nicht unterlegen.

Obwohl die Kräuteranzahl während der drei Versuchsjahre insgesamt nahezu konstant blieb, ging die Zahl der angesäten Arten von durchschnittlich 12 in den Jahren 1994 und 1995 auf 6 Arten im Jahr 1996 zurück.

Tabelle 2 Einfluß von Schnittregimen auf Anzahl, Erträge und Ertragsanteile der Kräuter
Anzahl Kräuterarten insgesamt

Nutzungstermin	1994	1995	1996	\bar{x}
Juli	31	34	30	32
Oktober	31	39	30	33
Juli und Okt.	30	28	29	29
Mai, Juli, Okt.	30	37	29	32

Kräuterertragsanteile (%)

Juli	45,4	48,5	46,2	46,7
Oktober	47,2	49,5	50,6	49,1
Juli und Okt.	40,6	47,8	32,2	40,2
Mai, Juli, Okt.	48,4	52,2	40,0	46,9
GD α 5% Tukey	18,4	17,4	19,0	10,2

Kräutererträge (dt TM ha⁻¹)

Juli	27,6	13,7	12,7	18,0
Oktober	30,5	16,9	30,6	26,0
Juli und Okt.	40,0	16,7	12,5	23,1
Mai, Juli, Okt.	40,2	21,1	16,9	26,1
GD α 5 % Tukey	25,2	5,5	13,4	13,3

Schnitthäufigkeit und Schnittermin haben den größten Einfluß auf die Energiekonzentration des Grünfutters. Ergebnisse des Versuches III weisen bei Drei- und Zweischnittnutzung ebenfalls die höchsten Energiekonzentrationen und Energieerträge aus (Tab. 3). Erstaunlich hohe Futterqualitäten konnten noch bei Julischnitten des 1. Aufwuchses erreicht werden. Sie liegen deutlich höher als bei Julischnitten reiner Grasbestände auf Vergleichsflächen. Bei einmaliger Nutzung/Jahr lieferte in unserem Versuch der Schnitt im Juli eine bessere Futterqualität als im Oktober.

Tabelle 3 Energiekonzentrationen und Energieerträge in Abhängigkeit vom Schnittregime (\bar{x} 1994 bis 96)

Schnittermin	NEL (MJ kg TS ⁻¹)				NEL (GJ ha ⁻¹)
	Mai	Juli	Oktober	\bar{x}	
Juli	-	5,46	-	5,46	21,24
Oktober	-	-	4,38	4,38	23,26
Juli und Okt.	-	5,44	6,12	5,78	32,77
Mai, Juli, Okt.	6,79	5,94	6,41	6,18	35,42

4 Diskussion der Ergebnisse

Im vorliegenden Beitrag werden die Ergebnisse von drei Kräutereinsaatsversuchen zur Eignung, Ausdauer und zu Ertrags- und Qualitätseinflüssen der einzelnen Kräuterarten bzw. von Mischungen dargestellt.

Die am Standort Paulinenaue ausgesäten Mischungen reagierten auf dem Niedermoorstandort hinsichtlich Ertragsanteile und Ausdauer sehr unterschiedlich. Bei Mischungen mit einem hohen Anteil kurzlebiger bzw. nicht standorttypischer Arten ging die Artenzahl nach wenigen Jahren schnell zurück. Kräutereinsaaten sind nur bei Verwendung von Saatgut mit hohem Anteil standorttypischer Arten bzw. bei Einsatz individuell hergestellter Saatmischungen erfolgversprechend.

Unterschiedliche Schnittermine und -häufigkeiten wirkten weniger gravierend auf Ausdauer und Artenzusammensetzung als erwartet. Offensichtlich waren die verwendeten Kräuterarten nutzungselastisch bzw. wenig schnittempfindlich. Bei Nutzungsterminen im Juli wurde aufgrund des hohen Kräuteranteils noch relativ gutes Futter geerntet. Hohe Futterqualitäten lassen sich vorrangig durch gezielte Schnitt- bzw. Weideregime erreichen.

Literatur

- BIELEFELD, A. : 19 Ackerkräuter und Wiesenblumen auf dem Prüfstand.
Rasen-Turf-Gazon 18 (4) (1987) S. 99 - 104.
- BOCKHOLT, R. ; SCHNITTKE, C. ; FRIEDEL, K. : Rohnährstoffgehalt und Energiedichte von Grünlandkräutern.
Archiv für Tierzucht 37 (1994) S. 192.
- BRIEMLE, G. u. ELLENBERG, H. : Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen.
Natur und Landschaft H. 4 (1994) S. 139-147.
- ELLENBERG, H.; WEBER, H. E.; DÜLL, R.; WIRTH, V.; WERNER, W.; PAULIßEN, D.:
Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. (2. Aufl.) Göttingen 1992
- ELSÄSSER, M. : Der Pflanzenbestand des Grünlandes.
Ökologie und Landbau H. 91 (1994) S. 36-41.
- HOPKINS, A. : Rye and forage herbs as companions for improving nutrient uptake in clover/grass swards.
Frame, J. (comp). FAO, Rome (Italy), (1993) S. 113 - 115.
- ISSELSTEIN, J. : Kräuteransaaten aus keimungsbiologischer Sicht.
Rasen-Turf-Gazon 23 (4) (1992) S.95-100.
- ISSELSTEIN, J. : Zum futterbaulichen Wert verbreiteter Grünlandkräuter.
Habilschrift, Gießen 1994.
- KLAPP, E.; BOEKER, P.; KÖNIG, F.; STÄHLIN, A.: Wertzahlen der Grünlandpflanzen. Das Grünland, 2 (Beilage zu "Der Tierzüchter") (1953) S. 40-48.
- LEHMANN, J. : Information der Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues.
Standardmischung SM 450 für Kunstwiesen, Zürich-Reckenholz (1992).
- SPATZ, G. ; BAUMGARTNER, A. : Zur Bewertung der Grünlandkräuter als Futterpflanzen.
Das wirtschaftseigene Futter H. 1 (1990) S. 79-91.
- TILEY, G. ; FRANCE, J. : An agronomic evaluation of forage herbs in grassland.
Proceedings of 13th general meeting of the European Grassland Federation, Banska Bystrica Vol. 2 (1990) S. 163 - 166.
- TROXLER, J. ; THOMET, P. : Untersuchungen zur Ertragsleistung von kräuterreichen Wiesen.
Schweiz. Landwirtsch. Forsch. 27, (1988) S. 167-180.
- ZOBELT, U. ; SIMON, U. : Mehrjährige Beobachtungen zu Veränderungen in der botanischen Zusammensetzung von Blumenwiesen.
Rasen-Turf-Gazon 25 (4) (1994) S. 95-98.

Einfluss von Standort und Bewirtschaftung auf die genetische Variabilität von Wiesenschwingel

R. Kölliker, F.J. Stadelmann, J. Nösberger

Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH Zürich, 8092 Zürich, Schweiz

Einleitung

Die Produktion von Rohfutter ist für die schweizerische Landwirtschaft von herausragender Bedeutung. Rund 80% der landwirtschaftlichen Nutzfläche bestehen heute aus Wiesen und Weiden. Während in gemässigten Lagen unter 900m auf intensiv bewirtschafteten Flächen vor allem Raigräser (*Lolium perenne* L., *L. multiflorum* L.) bestandesbildend sind, fehlen konkurrenzkräftige Futtergräser in höheren Lagen weitgehend. Wiesenschwingel (*Festuca pratensis* Huds.) ist in Futterqualität und Ertrag mit *Lolium* spp. vergleichbar, besitzt aber dank geringeren Temperaturansprüchen und höherer Winterhärte auch an nicht raigrasfähigen Standorten ein hohes Ertragspotential. Die Verbreitung von Wiesenschwingel hat jedoch in den letzten Jahrzehnten in der Schweiz stark abgenommen. Während um die Jahrhundertwende in Wiesen und Weiden unterhalb 900m noch Anteile von 9 bis 36% geschätzt wurden (STEBLER UND SCHRÖTER, 1887), ist Wiesenschwingel heute auf intensiv bewirtschafteten Flächen nur noch selten zu finden. Die geringe Ausdauer von *F. pratensis* wurde bereits in verschiedenen Studien untersucht (z.B. GÜGLER, 1993). Da alle diese Untersuchungen auf morphologischen und physiologischen Parametern beruhen, entschieden wir uns für einen anderen Ansatz.

Für das Überleben und die Anpassung von Populationen und einzelnen Pflanzen an sich ändernde Umweltbedingungen, ist genetische Variabilität von grundlegender Bedeutung. Obwohl die Anpassung von Pflanzen durch Umwelteinflüsse ausgelöst wird, hängt sie davon ab, ob die genetischen Ressourcen für die entsprechende Reaktion vorhanden sind oder nicht. Genetisch variabelere Populationen haben daher bessere Möglichkeiten, sich an wechselnde Bedingungen anzupassen. Die längerfristige Entwicklung von Populationen hängt daher entscheidend von der Breite ihrer genetischen Variabilität ab. Eine verringerte Variabilität in intensiv bewirtschafteten Populationen könnte daher mitverantwortlich für das Verschwinden von Wiesenschwingel sein.

Zur Untersuchung der genetischen Variabilität stehen heute verschiedene Methoden zur Verfügung. Während früher vor allem morphologische und physiologische Parameter verwendet wurden, werden heute meist molekulargenetische Methoden angewendet. Die Verwendung von RAPD (Randomly Amplified Polymorphic DNA) Markern erlaubt eine Bestimmung der genetischen Variabilität direkt auf der DNA Ebene. Auf der Basis der Polymerase-Ketten-Reaktion werden mit Hilfe kurzer Primer (kurze, einsträngige DNA Sequenzen) spezifische Bereiche genomischer DNA vervielfältigt. Diese Fragmente liefern dann ein für jede Pflanze spezifisches Bandenmuster. Anhand dem Vorkommen bzw. dem Fehlen bestimmter Banden kann anschliessend die genetische Variabilität zwischen den Pflanzen berechnet werden. Ein Nachteil dieser Methode liegt sicher darin, dass die ermittelte Variabilität nur selten mit agronomischen Merkmalen gekoppelt ist. Ergänzend kann genetische Variabilität anhand von phänologischen Merkmalen bestimmt werden. Dabei wird der genetische Anteil der Variabilität über eine faktorielle Varianzanalyse berechnet.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die genetische Variabilität von natürlichen Wiesenschwingel-Populationen unter verschiedenen Bewirtschaftungsverfahren zu ermitteln und mit der Variabilität von Sorten zu vergleichen. Dazu wurden neun Populationen mit Hilfe von RAPD Markern untersucht. Drei ausgewählte Populationen wurden anschliessend für die Schätzung der genetischen Variabilität anhand phänologischer Merkmale verwendet.

Material und Methoden

Untersuchte Populationen

Für diese Untersuchung wurden sechs natürliche Populationen aus zwei Langzeitversuchen in Naturwiesen ausgewählt. Die Verfahren und die verwendeten Abkürzungen für die Populationen sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Die Verfahren wurden während 35 Jahren (Standort A) bzw. 10 Jahren (Standort B) angewendet. Zusätzlich wurden drei Wiesenschwingel-Sorten untersucht: Préal, Darimo und Fure.

Tabelle 1 Standort und Bewirtschaftung der sechs natürlichen Populationen

Population			Standort	Düngungsverfahren	Schnittverfahren
A	0	S2	A	keine Düngung	2 Schnitte / Jahr
A	NPK	S2	A	Volldüngung ¹	2 Schnitte / Jahr
B	0	S2	B	keine Düngung	2 Schnitte / Jahr
B	NPK	S2	B	Volldüngung ¹	2 Schnitte / Jahr
B	0	S3	B	keine Düngung	3 Schnitte / Jahr
B	NPK	S3	B	Volldüngung ¹	3 Schnitte / Jahr

¹Düngung erfolgte nach den Düngungsrichtlinien für den jeweiligen Standort und die Nutzungsintensität

Genetische Variabilität anhand von RAPD Markern

Zur DNA Extraktion wurde Blattmaterial von 40 zufällig ausgewählten Einzelpflanzen pro Population verwendet. Die RAPD Reaktionen erfolgten unter Standardbedingungen mit insgesamt 13 Primern (Operon Technologies Inc., CA, USA). Die Reaktionsprodukte wurden mit Hilfe von Agarosegelelektrophorese aufgetrennt, gefärbt und unter UV Licht fotografiert. Alle RAPD Analysen wurden doppelt ausgeführt. Die Auswertung erfolgte manuell indem alle Marker auf ihre An- bzw. Abwesenheit geprüft und anschliessend in eine binäre Matrix übertragen wurden. Dabei wurden nur reproduzierbare DNA Banden verwendet. Diese Matrix wurde zur Berechnung von Nei's Ähnlichkeits-Index (NEI UND LI, 1979) verwendet. Die genetische Diversität innerhalb der Populationen wurde nach Formel I berechnet.

$$\text{Genetische Diversität} = [1 - \text{Ähnlichkeits-Index}] \times 100 \quad (I)$$

Genetische Variabilität anhand phänotypischer Merkmale

Für diese Untersuchung wurden die beiden natürlichen Populationen von Standort A (Tabelle 1) sowie die Sorte Préal verwendet. Von den 40 für die RAPD Analysen verwendeten Pflanzen wurden 20 zufällig ausgewählt. Die Pflanzen wurden über Einzeltriebe geklont und in der Klimakammer angezogen. Nach 14 Tagen wurden drei Klone pro Pflanze einzeln in Sand gepflanzt und in der Klimakammer in drei Blöcken mit zufälliger Anordnung gruppiert.

Die Pflanzen wuchsen während 59 Tagen bei 18°C Tag- und 13°C Nachttemperatur. Die Photoperiode dauerte 16 Stunden mit je zwei Stunden Dämmerung und einer Lichtintensität von 500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Zehn Tage nach Versuchsbeginn wurde mit der wöchentlichen Erhebung von Trieb- und Blattzahl begonnen. Bei Versuchsende wurde die Blattfläche bestimmt, die Pflanzen in die einzelnen Fraktionen zerlegt und bei 65°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Die Varianzkomponenten der einzelnen Merkmale wurden aufgrund einer Varianzanalyse geschätzt. Daraus wurde für jedes Merkmal die Heritabilität im weiteren Sinn berechnet (RAY ET AL., 1994).

Ergebnisse und Diskussion

Genetische Variabilität anhand von RAPD Markern

Die 13 verwendeten Primer lieferten insgesamt 101 reproduzierbare, bewertbare Banden. Davon waren 72 polymorph und wurden für die Berechnung der Ähnlichkeits-Indizes verwendet.

In Tabelle 2 sind die durchschnittlichen Werte der Ähnlichkeits-Indizes innerhalb und zwischen den Populationen zusammengestellt. Die Ähnlichkeits-Indizes innerhalb der Populationen lagen zwischen 0.70 (A 0 S2) und 0.84 (Darimo), mit einem Durchschnitt von 0.77. Die Werte innerhalb der Populationen waren grösser als die entsprechenden Ähnlichkeits-Indizes zwischen den Populationen. Diese wiesen einen Durchschnitt von 0.66 auf und lagen in einem Bereich von 0.57 bis 0.76. Die untersuchten Wiesenschwingel-Populationen sind damit bezüglich Ähnlichkeits-Indizes mit anderen fremdbefruchtenden Gräsern vergleichbar (GUNTER ET AL. 1996).

Tabelle 2 Ähnlichkeits-Index innerhalb und zwischen sechs natürlichen Wiesenschwingel-Populationen von zwei Standorten (A, B) mit zwei Düngungsstufen (0, NPK) und 2 Schnittverfahren (S2, S3) sowie von drei Wiesenschwingel-Sorten (Préval, Darimo, Fure)

Verfahren				Ähnlichkeits-Index										
				innerhalb Population	A	B	C	D	E	F	G	H		
A	A	0	S2	0.70										
B	A	NPK	S2	0.74	0.70									
C	B	0	S2	0.76	0.62	0.64								
D	B	NPK	S2	0.77	0.66	0.61	0.67							
E	B	0	S3	0.77	0.63	0.56	0.62	0.72						
F	B	NPK	S3	0.82	0.68	0.62	0.69	0.76	0.72					
G	Préval			0.74	0.61	0.62	0.60	0.61	0.57	0.62				
H	Darimo			0.84	0.62	0.63	0.66	0.69	0.65	0.71	0.66			
J	Fure			0.82	0.65	0.65	0.65	0.71	0.67	0.71	0.70	0.76		

Betrachtet man den Einfluss der Bewirtschaftung auf die Ähnlichkeit zwischen den Populationen, ergibt sich für die Faktoren Schnitt und Düngung allein kein einheitliches Bild. Bei gleichem Schnittverfahren schwanken die Ähnlichkeits-Indizes zwischen den beiden

Düngungsverfahren (A 0 S2/A NPK S2, B 0 S2/B NPK S2, B 0 S3/NPK S3) zwischen 0.70 und 0.67. Eine häufigere Schnittfrequenz bewirkt kaum eine Verringerung des Ähnlichkeits-Index zwischen den gedüngten Populationen (B NPK S2, B NPK S3). Hingegen sind die beiden ungedüngten Populationen (B 0 S2, B 0 S3) mit einem Ähnlichkeits-Index von 0.62 genetisch relativ weit voneinander entfernt. Die ungedüngte, häufig geschnittene Population von Standort B (B 0 S3) weist zudem auch die tiefsten Ähnlichkeits-Werte aller Populationen auf (zur Sorte Préval und zur Population A NPK S2). Der Einfluss der Nutzungshäufigkeit auf die Differenzierung von Pflanzenpopulationen ist aus verschiedenen Studien bekannt (SNAYDON, 1987). Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Schnitthäufigkeit bei fehlender Düngung einen stärkeren Einfluss auf die genetische Differenzierung hat als bei NPK Düngung.

Die genetische Diversität innerhalb den Populationen, berechnet aus dem Ähnlichkeits-Index, war für die natürlichen Populationen von Standort A mit durchschnittlich 27.8% etwas höher als die Diversität innerhalb der Populationen von Standort B (Durchschnitt 22.2%, Abbildung 1). Beide Bewirtschaftungsverfahren hatten einen eindeutigen Einfluss auf die Diversität innerhalb der Populationen. Die ungedüngten Populationen wiesen an beiden Standorten und bei beiden Schnittverfahren eine höhere genetische Variabilität auf als die gedüngten Populationen. Die Unterschiede waren mit 4.9% bei den Populationen B 0 S3 und B NPK S3 am grössten und mit nur 1.0% bei den Populationen B 0 S2 und B NPK S2 am kleinsten. Ähnliche Ergebnisse zeigten HELGADOTTIR UND SNAYDON (1986) mit morphologischen Parametern. Zwischen den beiden Schnittverfahren bestand bei den ungedüngten Populationen (B 0 S2 und B 0 S3) nur ein geringer Unterschied während dieser bei den gedüngten Populationen (B NPK S2 und B NPK S3) 5.5% betrug. Häufiger Schnitt zusammen mit NPK Düngung führte zur stärksten Verringerung der Diversität.

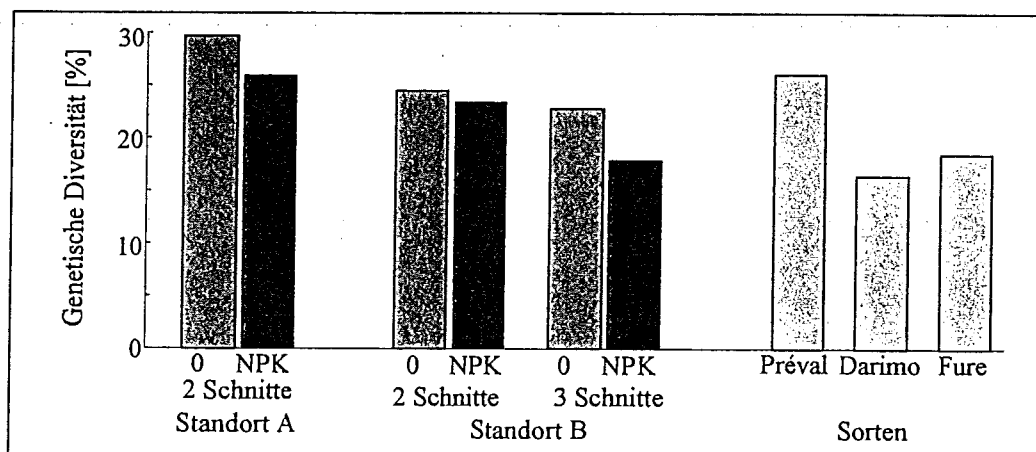


Abbildung 1 Genetische Diversität von sechs natürlichen Wiesenschwingel-Populationen (Standort A und B) mit unterschiedlicher Bewirtschaftung und drei Wiesenschwingel-Sorten.

Mit einer genetischen Diversität von 26.1% liegt die Sorte Préval im Bereich der natürlichen Populationen von Standort A und leicht über den Populationen von Standort B. Die Diversität von Darimo ist bedeutend geringer als jene von Préval, aber auch etwas kleiner als jene von Fure. Ein möglicher Grund für die Unterschiede zwischen Préval und Darimo könnte im züchterischen Hintergrund der beiden Sorten zu finden sein. Darimo setzt sich aus nur fünf verschiedenen Klonen zusammen, von denen vier Nachkommen einer alten

deutschen Zuchtsorte sind. Préval hingegen setzt sich aus 14 verschiedenen Klonen zusammen. Die Anzahl Klone, aus denen sich eine Sorte zusammensetzt muss aber nicht unbedingt repräsentativ für die genetische Variabilität einer Sorte sein. Nebst der genetischen Variabilität zwischen und innerhalb der Ausgangsklone ist die Intensität der Selektion ebenso von Bedeutung.

Genetische Variabilität anhand phänotypischer Merkmale

Die Heritabilität im weiteren Sinne beschreibt das Verhältnis der genetischen Varianz zur gesamten Varianz eines Merkmals und kann deshalb als Mass für die genetische Variabilität innerhalb einer Population verwendet werden. Die drei für die phänotypische Untersuchung ausgewählten Populationen zeigten je nach Merkmal sehr unterschiedliche Werte für die Heritabilität im weiteren Sinn (Tabelle 3). Auch für andere, in Tabelle 3 nicht dargestellte Merkmale, zeigten die Populationen je nach Merkmal unterschiedliche Heritabilitäten. Dies steht im Einklang mit Untersuchungen von ELGERSMA (1990).

Tabelle 3 Heritabilität von vier Merkmalen für zwei natürliche Wiesenschwingel-Populationen von Standort A mit zwei Düngungsstufen (0, NPK) und der Wiesenschwingel-Sorte Préval

Verfahren			Heritabilität [%]			
			TS-Ertrag pro Pflanze	Blattfläche pro Pflanze	Blattbildungsrate	Anzahl Triebe pro Pflanze
A	0	S2	62.7	52.5	57.2	56.0
A	NPK	S2	79.9	76.0	74.0	70.4
Préval			48.0	42.1	60.1	61.7

Die Sorte Préval zeigte für fast alle Merkmale eine etwas geringere Variabilität als die beiden natürlichen Populationen. Die Tatsache, dass die gedüngte natürliche Population (A NPK S2) die höchste Heritabilität für die meisten der untersuchten Merkmale aufwies, steht im Gegensatz zu den RAPD Analysen. Dies kann verschiedene Ursachen haben. Einerseits werden mit beiden Methoden (RAPD und phänologische Merkmale) zwei unterschiedliche Regionen des Genoms untersucht. Eine bessere Übereinstimmung könnte allenfalls mit einer grösseren Anzahl phänologischer Merkmale sowie einer grösseren Anzahl Primer erreicht werden. Andererseits kann bei der Bestimmung der genetischen Variabilität anhand phänologischer Merkmale der Umwelteinfluss nie ganz ausgeschlossen werden.

Schlussfolgerungen

Sowohl innerhalb als auch zwischen Wiesenschwingel-Populationen kann durch RAPD Analysen ein beträchtliches Mass an genetischer Variabilität nachgewiesen werden. Die Variabilität innerhalb von Sorten kann vergleichbar sein mit jener von natürlichen Populationen, sie kann aber auch, je nach Sorte, deutlich geringer sein. In natürlichen Populationen führt Düngung und Erhöhung der Schnitffrequenz zu einer Verringerung der genetischen Variabilität. Die Resultate der phänotypischen Untersuchung zeigen, dass die Variabilität innerhalb der Populationen stark abhängig ist vom jeweils untersuchten Merkmal und nur zum Teil mit den RAPD Analysen übereinstimmt.

Literatur

- ELGERSMA, A. 1990. Heritability estimates of spaced-plant traits in three perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivars. *Euphytica* 51:151-162.
- GÜGLER, B. 1993. Die Konkurrenz zwischen Wiesenschwingel (*Festuca pratensis* Huds.) und Knaulgras (*Dactylis glomerata* L.) bei verschiedener Bewirtschaftung. Diss. ETH Nr. 10081. Zürich. Schweiz.
- GUNTER, L.E. G.A. TUSKAN, AND S.D. WULLSCHLEGER. 1996. Diversity among populations of switchgrass based on RAPD markers. *Crop Sci.* 36:1017-1022.
- HELGADOTTIR A. R.W. SNAYDON. 1986. Patterns of genetic variation among populations of *Poa pratensis* L. and *Agrostis capillaris* L. from Britain and Iceland. *Journal of Applied Ecology* 23:703-719.
- NEI, M. W.H. LI. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 76:5269-5273.
- Ray, I.M. A.B. Frank, J.D. Berdahl. 1994. Genetic variances of agronomic traits in tetraploid crested wheatgrass under competitive conditions. *Crop Sci.* 34:1436-1439.
- SNAYDON, R.W. 1987. Population responses to environmental disturbance. pp.15-31. *In* J. van Andel et al. (ed.) *Disturbance in Grasslands*. Dr. W. Junk Publishers. Dordrecht.
- STEBLER, F.G. UND C. SCHRÖTER. 1887. Beiträge zur Kenntnis der Matten und Wiesen der Schweiz. *Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz* 1:77-190.

Einfluß unterschiedlicher Nutzung auf Wachstumsmerkmale des Weißkleees in Rein- und Gemengebeständen

von

Andreas Milimonka und Karlheinz Richter

Humboldt-Universität zu Berlin; Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät
Fachgebiet Grünlandssysteme, Invalidenstr. 42, 10115 Berlin

1 Einleitung

In Systemen nachhaltiger und auch extensiver Landbewirtschaftung gewinnt auf dem Grünland der Weißklee als Stickstoffquelle an Bedeutung. Er vermag über die symbiotische N₂-Fixierung erhebliche N-Mengen in die Grasnarbe einzubringen, was bei reduzierter mineralischer Düngung von großer Bedeutung ist.

Unter optimalen Standortbedingungen kann ein Weißkleeergrasgemisch etwa die Erträge erreichen wie ein mit ca. 200 kg/ha N gedüngter Weidelgrasbestand (HARRIS & RHODES 1989, TAUBE & KORNER 1989). Die N-Bereitstellung über den Weißklee ist aber nicht gleichmäßig, da die Ertragsanteile des Weißkleees innerhalb und zwischen den Jahren stark variieren. Dadurch ist mit Ertragsschwankungen zu rechnen, die in Nutzungssystemen, in denen kein Stickstoff aufgewendet werden soll nicht ausgeglichen werden können.

Vor allem in den Frühjahrsaufwüchsen ist der Weißkleeanteil meist gering und die Mobilisierung von Bodenstickstoff verläuft noch sehr langsam, was zu einer schlechteren N-Versorgung der Grasnarbe führt.

Der Ertragsanteil des Weißkleees in einer neu aufwachsenden Narbe hängt im wesentlichen von der Anzahl der Wachstumspunkte und deren Nährstoffversorgung ab. Die Anzahl der aktuell vorhandenen Wachstumspunkte wird durch die Lichtverhältnisse im vorhergehenden Aufwuchs mitbestimmt. Zunehmender Lichtmangel führt zu einer abnehmenden Anzahl von Verzweigungen und einer geringeren Dichte von Wachstumspunkten je Basisfläche (THOMPSON 1993, WILLIAMS & HAYES 1993). Die sinkende Assimilationsleistung (SCHNYDER et al. 1984) und der akropetale Assimilatstrom bei relativem Kohlenhydratmangel (GRANT et al. 1991) scheinen dafür verantwortlich zu sein.

Eine größere Stolonenlänge, ein höheres spezifisches Stolonengewicht und eine höhere Anzahl von Wachstumspunkten verbessert offensichtlich die Überwinterung des Weißkleees und führt zu höheren Frühjahrserträgen (COLLINS et al. 1996).

In dem nachfolgend vorgestellten Versuch sollte unter anderem geprüft werden, ob durch eine unterschiedliche Nutzung im Herbst die Frühjahrsentwicklung des Weißkleees beeinflusst werden kann.

2 Material & Methoden

Der Versuch wurde in den Jahren 1993 bis 1996 am Versuchsstandort Berge durchgeführt. Die in Tabelle 1 zusammengestellten Faktoren und Stufen wurden in einer Streifen-Spalтанanlage mit 4 Wiederholungen geprüft.

Die Weißklee-Gras-Narbe wurde 4 mal pro Jahr geschnitten. Zusätzlich zu Ertrag und botanischer Zusammensetzung wurde zum 1. und 4. Aufwuchs die Anzahl von Verzweigungen und von Petiolen 2fach je Wiederholung an einem 15 cm langen Stolonstück gezählt. Aus der

Petiolenanzahl und der Länge des Stolons wurde die Internodienlänge berechnet. Vor den Ernten wurde die Lichtinterzeption des gesamten Bestandes und im Gemenge zusätzlich die Lichtinterzeption der Grasspreiten oberhalb der Kleeblätter ermittelt. Vom Herbstaufwuchs erfolgte zusätzlich die Erfassung des spezifischen Stolonengewichts. Nach der Ernte wurden Stolonen entnommen, deren Länge und Trockenmasse bestimmt und das spezifische Stolonengewicht errechnet.

Im vorliegenden Beitrag wird die Wirkung der Länge der Aufwuchszeit (Faktor C) auf Stolonen- und Bestandesmerkmale des Weißklee dargestellt.

Tabelle 1: Faktoren und Stufen des Versuches

Faktor	Stufe
A Pflanzenbestand	a1 Weißklee, 0 kg N/ha
	a2 Weißklee-Gras, 0 kg N/ha
	a3 Gras, 0 kg N/ha
	a4 Gras, 75 kg N/ha
	a5 Gras, 150 kg N/ha
B Zusatzwasserversorgung	b1 ohne
	b2 mit ;
C Länge der Aufwuchszeit	c1 im Frühjahr kurz, im Herbst lang
	c2 im Frühjahr lang, im Herbst kurz <i>lang</i> entspricht 21d längere Aufwuchszeit als <i>kurz</i>

3 Ergebnisse & Diskussion

Die Ansaat entwickelte sich zu einer dichten, leistungsstarken Weißklee-Grasnarbe. Im ersten Nutzungsjahr war der Weißklee dominant. In den Folgejahren stellten sich Ertragsanteile von ca. 35% ein. Im Jahr 1996 wurde der Weißklee zunehmend vom Löwenzahn verdrängt. Der Trockenmasseertrag erreichte in den einzelnen Jahren 100...120 dt / ha.

Längere Aufwuchszeiten führten beim Weißklee zu einer sinkenden Anzahl an Verzweigungen. Der Weißklee reagierte im Rein- und Gemengebestand weitgehend gleich (Tab. 2). DAVIS & EVANS (1990) stellten fest, daß nur bei Beschattung der Blätter, nicht aber der Stolonen eine Wirkung auf die Verzweigung zu erzielen war. Dementsprechend müßte im Gemenge eine stärkere Reaktion eintreten. Offenbar bedingt aber im Reinbestand auch eine Beschattung

Tabelle 2: Anzahl der Verzweigungen des Weißklee in Reinsaat und im Gemenge in Abhängigkeit der Länge der Aufwuchszeit

Aufwuchszeit		1993		1994		1995	
		Klee	Gem.	Klee	Gem.	Klee	Gem.
Frühjahr	kurz	1	0	7	4	0	1
	lang	3	3	5	4	0	0
Herbst	kurz	7	5	2	3	3	5
	lang	4	3	2	2	4	4
GD $\alpha=5\%$	Frühjahr	0,7		2,9		0,7	
	Herbst	1,7		0,9		1,9	

durch andere Kleepflanzen ein Unterbrechen des Signals zur Knospenaktivierung. Im Frühjahr 1993 befand sich der Weißklee noch in der Etablierung, das Blätterdach war noch nicht voll geschlossen und das Gras war als Konkurrenzpartner noch von untergeordneter Bedeutung (Tab. 4), was die stärkere Verzweigung bei längerer Aufwuchszeit erklären könnte.

Stärkerer Lichtmangel führt bei Pflanzen zur Etiolierung. Beim Weißklee sind in einem solchen Fall längere Petiolen und auch längere Internodien zu erwarten. In den Frühlarsaufwüchsen führte die längere Aufwuchsperiode und damit die längere Beschattung zu einer Verlängerung der Internodien (Tab 3). Diese lichtinduzierte Internodienverlängerung führt zwingend zu einer geringeren spezifischen Knospendichte, was das Verzweigungspotential des Weißklee herab-

Tabelle 3: Länge (mm) der Internodien der Weißkleestolonen in Reinsaat und im Gemenge in Abhängigkeit von der Länge der Aufwuchszeit

		1993		1994		1995	
		Klee	Gem.	Klee	Gem.	Klee	Gem.
Frühjahr	kurz	19	17	50	50	38	50
	lang	25	25	150	75	50	50
Herbst	kurz	38	30	25	25	25	25
	lang	38	25	38	30	25	20
GD $\alpha=5\%$	Frühjahr	5		28		9	
	Herbst	3		12		15	

setzt. Wahrscheinlich ist auch in diesem Mechanismus eine Ursache für die beobachtete geringere Verzweigung des Klee zu finden. In den noch lichter Beständen 1993 ist der Effekt der Internodienverlängerung geringer. Dauer und Intensität der Beschattung kommen hier in Kombination zur Wirkung. In den Herbstaufwüchsen ließ sich keine gerichtete Wirkung der Länge der Aufwuchszeit feststellen. Im Gemenge - hier speziell zu oberhalb des Klee wachsenden Grasspreiten und Trieben - und im Reinbestand deutet sich ein Zusammenhang zur Lichtinterzeption an (Tab. 4). Sinkt die Intensität der Beschattung geht auch die Wirkung der Beschattungsdauer, wie im Frühjahr 1993 und in den Herbstaufwüchsen, zurück und die Reaktion des Weißklee schwächt sich ab.

Tabelle 4: Lichtinterzeption (%) durch den Gesamtbestand und die Grasspreiten und Triebe oberhalb der Weißkleeblätter im Gemenge in Abhängigkeit von der Länge der Aufwuchszeit

Aufwuchszeit		1993		1994		1995	
		Gesamtbestand	Gras oberhalb Klee	Gesamtbestand	Gras oberhalb Klee	Gesamtbestand	Gras oberhalb Klee
Frühjahr	kurz	93,2	30,5	98,1	71,1	94,6	85,7
	lang	95,6	37,3	98,0	74,8	95,1	91,6
Herbst	kurz	91,9	14,4	89,8	18,3	41,0	10,2
	lang	94,8	12,5	95,8	25,6	54,3	10,0

Neben der Anzahl von Wachstumspunkten des Weißklee je Basisfläche wird sein Wiederaustrieb in der Narbe im Frühjahr auch stark von den verfügbaren Kohlenhydratmengen beeinflusst. Wesentlicher Kohlenhydratspeicher sind die Stolonen. Aus Untersuchungen von

BAHNEMANN et al. (1996) ist bekannt, daß sich die Überwinterungseigenschaften mit zunehmendem spezifischen Stolonengewicht verbessern. Beim Weißkleereinbestand deutet sich ein höheres spezifisches Stolonengewicht bei längerer Aufwuchszeit an (Tab. 5). Das mag mit einer längeren Assimilationsdauer in Verbindung stehen, da der Weißklee ohne Konkurrent seine Blätter der vollen Bestrahlung aussetzen kann.

Ist die Periode zwischen vorletztem und letztem Schnitt zu gering, kann das die Kohlenhydratreserven verringern (HÖGLIND et al. 1996). Im Gemenge nimmt mit der Zeit die Konkurrenz des Grases zu und verschlechtert mit zunehmend höherem Wuchs die Assimilationsbedingungen für den Weißklee. Jedoch ist die Beschattungswirkung des Grases im Herbst nur noch gering und eine Wirkung nur im Jahr 1994 zu erkennen.

Tabelle 5: Spezifisches Stolonengewicht (mg/mm) des Weißklees am Ende der Vegetationsperiode in Abhängigkeit von der Länge der Aufwuchszeit im Herbst

		1993	1994	1995
Klee	kurz	1,47	1,48	1,22
	lang	1,35	1,64	1,27
Gemenge	kurz	1,33	1,32	1,11
	lang	1,34	1,26	1,08
GD $\alpha=5\%$		0,10	0,14	0,15

Mit zunehmender Aufwuchszeit im Herbst scheint sich vor allem die Anzahl an Verzweigungen zu verringern. In der Folge ist mit einer schlechteren Frühjahrsentwicklung des Weißklees zu rechnen.

Für den Zeitraum Anfang Mai im jeweiligen Folgejahr wurde ein geringerer Weißkleeanteil im Gemengebestand bei einer längeren Aufwuchszeit im Herbst ermittelt (Abb. 1). Der Weißklee im Reinbestand wies einen höheren Lückenanteil bei vorhergegangener längerer Aufwuchsperiode im Herbst auf. Offenbar führen kräftig entwickelte Stolonen im Herbst nicht zwingend zu einer dichteren Bodenbedeckung durch den Klee. Die ausreichende Bildung von Wachstumspunkten und ihre Entwicklungsmöglichkeiten scheinen für den Frühjahrsaufwuchs eine wesentliche Rolle zu spielen.

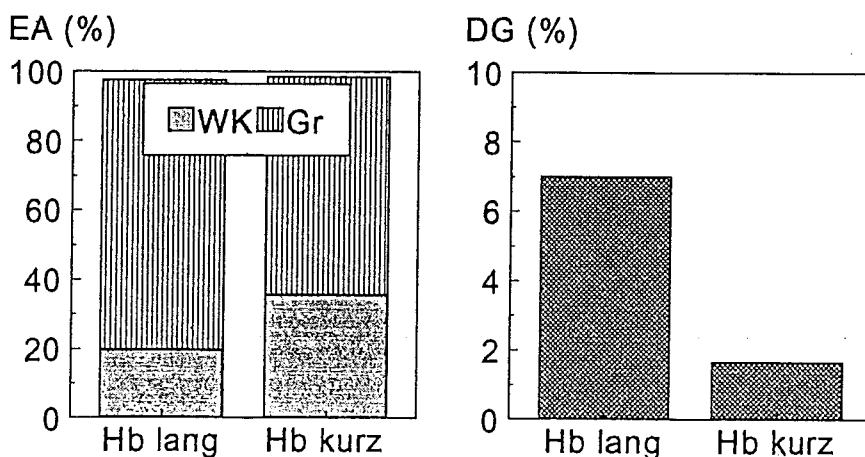


Abbildung 1: Bestandeparameter im Klee-Gras Anfang Mai; links) Ertragsanteile von Weißklee und Gras, rechts) Deckungsgrad der Lücken; Hb lang/kurz= Aufwuchsperiode im Herbst lang/kurz

Der Einfluß unterschiedlicher Aufwuchszeiten im Herbst auf die Frühjahrsentwicklung kann auch an Hand der Ausbildung der Blattfläche nachgewiesen werden. In den Kleebeständen wird der Einfluß der Behandlung im Herbst besonders deutlich. Die Lichtinterzeption und damit die Blattausbildung ist bei langen Aufwuchsperioden im Herbst im folgenden Frühjahr geringer (Tab. 6). Im Gemenge kommt die Wirkung auf die Lichtinterzeption nicht so deutlich zum Tragen, weil der Graspartner unabhängig von der Behandlung ebenfalls sein Blätterdach aufbaut.

Tabelle 6: Lichtinterzeption (%) von Weißklee und Weißklee-Gras-Beständen vor der 1. Nutzung im Frühjahr in Abhängigkeit von der Länge der Aufwuchszeit im Herbst

Aufwuchszeit		1994	1995
		27.04.	02.05.
Klee	kurz	48	81
	lang	32	73
Gemenge	kurz	84	87
	lang	84	84

4 Zusammenfassung

Auf den Weißkleeanteil im Frühjahr in einer Grasnarbe haben die vorwinterliche Entwicklung, der Reservestoffhaushalt über Winter sowie Witterungs- und Konkurrenzbedingungen einen starken Einfluß. Eine Stabilisierung des Weißkleees ist aus der Sicht der N-Fixierung sowie der Futterqualität anzustreben.

Unterschiedlich lange Aufwuchsperioden im Herbst bedingten Veränderungen in der Stolonenmorphologie. Längere Herbstaufwüchse führten zu einer Verringerung der Verzweigungen, in der Tendenz zu längeren Internodien und damit zu weniger Wachstumspunkten. Das spezifische Stolonengewicht scheint bei langem Herbstaufwuchs beim Weißklee in Reinsaat zu steigen. Im Gemenge wird es offenbar bedingt durch die Konkurrenz der Gräser gesenkt.

Im Frühjahr erreichte der Weißklee höhere Ertragsanteile und eine dichtere Bestände, wenn im Herbst eine kürzere Aufwuchsperiode vorherging.

Literatur

- BAHNEMANN, S.; R. WULFES, F. TAUBE, 1996: Morphologische Entwicklung und Reservestoffdynamik von Weißklee während der Überwinterung. 40. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. 238-241
- COLLINS, R.P.; J. CONNOLLY, M. FOTHERGILL, ..., 1996: Variation in the overwintering of white clover cultivars in cool wet areas of Europe. Proceedings of the 16th Gen. Meeting of the EGF, Grado, 201-204
- DAVIS, A.; M.E. EVANS, 1990: Axillary bud development in white clover in relation to defoliation and shading treatments. *Annals of botany* 66, 349-359
- GRANT, S.A.; TORWELL, L.; SIM, E.M.; ..., 1991: The effect of stolon burial and defoliation early in the growing season on white clover performance. *Grass and Forage Science*, 46 173-182
- HARRIS, W.; I. RHODES, 1989: Comparison of ryegrass-white clover competitive interactions in New Zealand and Wales. XVI International Grassland Congress, Nice, France, 617 - 618

- HÖGLIND, M.; K. SVANÄNG, B.E. FRANKOW-LINDBERG, 1996: Effekts of defoliation during autumn on overwintering and spring yield of white clover in mixed swards. Proceedings of the 16th Gen. Meeting of the EGF, Grado, 243-246
- SCHNYDER, H.; MÄCHLER, F.; NÖSBERGER, J., 1984: Influence of temperature and O₂ concentration on photosynthesis and light activation of ribulosebisphosphate Carboxylase Oxygenase in intact leaves of white clover (*Trifolium repens* L.). Journal of Experimental Botany, Vol. 35, No. 151, 147-156
- TAUBE, F.; A. KORNHERR, 1989: Der Beitrag des Weißklee zur Ertragsbildung auf Grünland - eine Alternative zur Stickstoffdüngung? Schriftenreihe Agrarwiss. Fak. Uni. Kiel, 71, 77 - 86
- THOMPSON, L., 1993: The influence of the radiation environment around the node on morphogenesis and growth of white clover (*Trifolium repens*). Grass and Forage Science, 48, 271 - 278

Auswirkung des Domänenschutzkonzeptes in Baden-Württemberg auf die Nährstoffgehalte von Grünlandaufwüchsen und deren Konservate

LLD W. Müller, LVVG Aulendorf

Einleitung

Die Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft in Aulendorf bearbeitet landesweit 4 Fachgebiete. Diese sind der Wiederkäuer, die Grünlandbewirtschaftung mit dem Ackerfutterbau, die Fischerei und die Wildforschung. Angegliedert ist ihr ein landwirtschaftlicher Betrieb mit ca. 360 Tieren (270 GV) und 188 Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche. Aufgabe des landwirtschaftlichen Betriebes ist die Bereitstellung von Tieren für die überbetriebliche Ausbildung und für produktionstechnische Versuche, von Flächen für das Feldversuchswesen im Grünlandbereich sowie zur Übertragung von Versuchsergebnissen in die landwirtschaftliche Praxis. Als Landesdomäne unterliegt der landwirtschaftliche Betrieb der Neukonzeption zur Bewirtschaftung der Staatsdomänen (Domänenschutzkonzept) die per Erlaß vom 06.12.1985 von der Landesregierung verfügt worden ist.

Zielsetzung des Domänenschutzkonzeptes Baden-Württemberg

Ausschlaggebend für die Neukonzeption der Domänenbewirtschaftung war die Tatsache, daß in den letzten Jahrzehnten die Intensivierung der Landbewirtschaftung unter entsprechenden lokalen Naturgegebenheiten zu gewissen ökologischen Belastungen (z.B. Artenrückgang, Belastung des Grundwassers mit Nitrat und Eutrophierung der Oberflächengewässer, Schaden durch Erosion, Bodenstrukturschäden) geführt hat.

Die Landesregierung von Baden-Württemberg hielt es daher für erforderlich, die landeseigenen Domänen in einer Weise zu bewirtschaften, daß sie einerseits von den Landwirten und andererseits von der sensibilisierten Öffentlichkeit auch in der Zukunft als beispielgebend akzeptiert werden.

Als Möglichkeiten einer stärker ökologisch orientierten Landbewirtschaftung kamen in Betracht:

- Biotopvernetzungsmaßnahmen an Feld, Weg- und Waldrändern; sowie entlang von Bächen,
- Anpflanzung von Hecken, Einzelbäumen, Baumgruppen, Feld- oder Streuobstbeständen,
- Anlage von Erosionsschutzstreifen,
- Einführung von Bewirtschaftungsmethoden im Sinne einer integrierten Pflanzenproduktion für Teilbereiche oder den Gesamtbetrieb, wie

Einschränkung der Düngung,
integrierter Pflanzenschutz,
Reduzierung der Bodenbearbeitung,
Erweiterung oder Auflockerung der Fruchtfolge,
Aufgabe der Ackernutzung (z.B. Umwandlung in Grünland oder Sukzessionsflächen)
Verzicht auf Umbruch,
Biotoppflege.

Die vorgesehenen differenzierten und abgestuften Bewirtschaftungsformen wurden nicht generell verbindlich vorgeschrieben, sondern konnten von Fall zu Fall unter Berücksichtigung des Nutzungsstandortes eingeführt werden.

Neben einer größeren Anzahl der vorgenannten Maßnahmen beteiligte sich die Aulendorfer Anstalt auch mit einer Einschränkung der Düngung, insbesondere der N-Düngung auf Grünland. Die Nutzungshäufigkeit wurde dagegen nicht eingeschränkt.

Auswirkung des Domänenschutzkonzeptes

Bei Einführung dieser Maßnahme war sich die Anstalt darüber im klaren, daß eine Reduzierung der Stickstoffdüngung auf Grünland von ca. 250 kg N (mineralisch + organisch) auf ca. 150 kg je Hektar und Jahr eventuell eine Minderung des TS-Ertrages bedeutet. Da der Tierbestand aufgrund der Aufgabenstellung der Anstalt nicht wesentlich eingeschränkt werden konnte, wurde die Futterfläche erhöht. Im Laufe der letzten Jahre machte sich aber zusätzlich ein Rückgang der Rohproteingehalte in den Konservaten Silage und Heu bemerkbar. Während diese Tendenz bei Grassilage und Heu (1. Nutzung) aufgrund der jahreszeitlich unterschiedlichen Witterungseinflüsse in einem praktischen Betrieb nicht einwandfrei nachgewiesen werden konnte, wird diese Tendenz bei Öhmd (2. Nutzung) wo in der Regel gleichmäßige Verhältnisse vorlagen (Abb 1.) deutlicher sichtbar. In einem reinen Grünlandbetrieb mit höheren Rohproteinüberschüssen hat diese Erscheinung durchaus Vorteile für die Fütterung, da eine ausgeglichene Nährstoffbilanz erreicht werden kann. In einem Milchviehbetrieb, der darüber hinaus Maissilage zur Energieversorgung von Hochleistungstieren einsetzt bedeutet eine Rohproteinabnahme aber einen notwendigen Ausgleich der Gesamtration mit einem hochwertigen Eiweißfuttermittel wie z.B. mit Sojaextraktionsschrot.

Die Milchviehherde der LVVG Aulendorf wies im Jahre 1996 eine Herdenleistung aller milchleistungsgeprüften Kühe von 7.000 kg Milch bei 4,09 % Fett und 3,57 % Eiweiß auf. Diese Leistung bedeutet einen täglichen Melkdurchschnitt von annähernd 25 kg Milch/Tier. Festgestellt wurde in den zurückliegenden 10 Jahren ein Rückgang des Rohproteingehaltes von 15 % auf 13 % bei den Grassilagen. Wie aus Tabelle 1 hervorgeht bedeutet dies bei Einsatz solcher Grassilagen unter Beibehaltung der anderen Rationskomponenten in einer ausgeglichenen Nährstoffbilanz einen Mehraufwand von 0,6 kg Sojaextraktionsschrot pro Tier und Tag. Bezogen auf eine Laktationsleistung von 305 Tagen ergibt dies ein Mehraufwand von 183 kg Sojaextraktionsschrot je Tier und Jahr. Im Gegensatz zu Getreide, das im Betrieb selbst erzeugt wird und außerdem kostengünstiger ist muß Sojaextraktionsschrot zugekauft werden. Für die Anstalt bedeutet dies Mehrkosten je nach Notierung des Sojaextraktionsschrotes von 8 - 11.000 DM/Jahr.

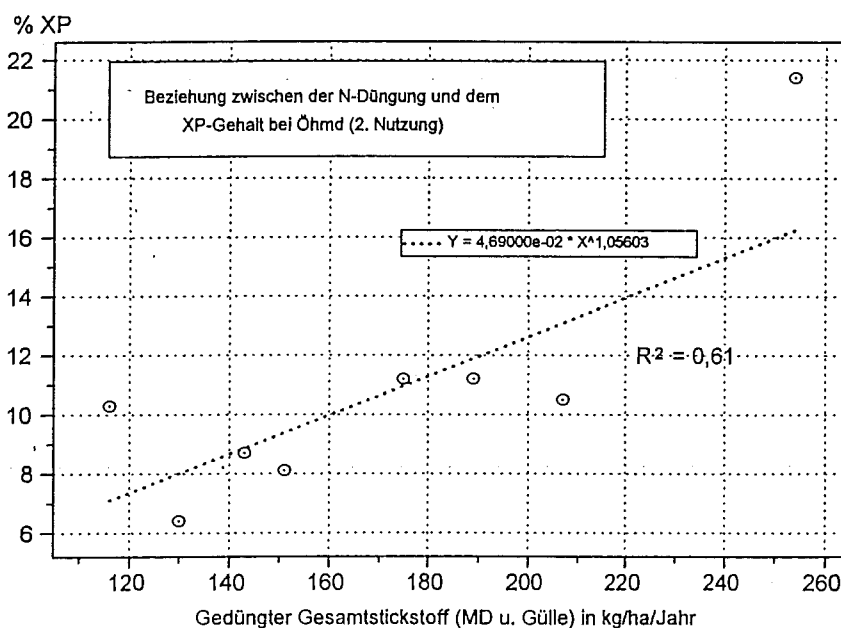
Unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten wäre daher eine Erhöhung der Düngungsintensität angezeigt. Mit einem Mehraufwand von 40 - 45 DM/ha und Jahr in Form von zusätzlich 1,5 dt/ha Kalkammonsalpeter könnte der Rohproteinrückgang verhindert werden.

Diese Maßnahme würde nach Abzug des Düngermehraufwandes eine Einsparung im Futtermittelzukauf in Höhe von 6 - 6.500 DM/Jahr erbringen. Noch nicht berücksichtigt in diesem Betrag ist ein möglicher 10 - 15 %iger Mehrertrag an Trockenmasse je ha Grünland. Ein Milchviehbetrieb mit einer hohen Herdenleistung wird daher aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten versuchen eine Mindestintensität einzuhalten, die auf den Standort abgestimmt ist.

Die beschriebene Entwicklung der Rohproteingehalte in Grünlandaufwüchsen ist zwar aufgrund des geringen Zahlenmaterials nur als Tendenz zu bezeichnen und sollte noch näher untersucht werden. Ähnliche Tendenzen sind aber ebenfalls landesweit zu beobachten.

Für die Anstalt muß abschließend festgestellt werden, daß eine Reduzierung der N-Düngung auf Grünland

- eine Erhöhung der Futterkosten in der Milchviehhaltung erbracht hat. Nachdem der Milchzahlungspreis in den letzten Jahren deutlich gesunken ist und zu befürchten ist, daß er noch in Zukunft weiter sinken wird, bedeutet dies eine weitere Einschränkung der Wirtschaftlichkeit der Milchviehhaltung.
- das ökologische Ziel des Domänenschutzkonzeptes nicht erreichte, da die zusätzlichen Mengen an Sojaextraktionsschrot die angestrebte Kreislaufwirtschaft belastet.



LVWG-Aulendorf

Abbildung 1: Stickstoffdüngung und Rohproteingehalt im Öhmd 1989 - 1995

Tabelle 1: Rationsvergleich bei unterschiedlichen Grassilagequalitäten

Lebendgewicht	730 kg	Bedarf	
Milchleistung	25,0 kg	NEL	121,3 MJ
	4,1 % Fett	nXP	2638 g
	3,4 % Eiweiß		

	Futtermittel				Ration 1				Ration 2				
	% TS	MJ NEL/ kg TS	g XPI/ kg TS	kg FS	kg TS	MJ NEL/ g nXP	kg FS	kg RNB	kg FS	kg TS	MJ NEL	kg FS	kg RNB
Grassilage 1	35	5,9	150	21,4	7,5	44,3	978	23	21,4	7,5	44,3	955	3
Grassilage 2	35	5,9	130	21,7	6,5	41,0	827	-52	21,7	6,5	41,0	827	-52
Maissilage	30	6,3	77	3,3	2,9	22,8	478	-17	2,7	2,4	18,8	396	-14
Getreide (www/wg/ha)	88	7,9	129	1,8	1,6	13,8	514	48	2,4	2,1	18,1	674	63
Sojaextr.-schrot	88	8,6	510										
Gesamt				48,2	18,5	121,8	2797	3	48,2	18,5	122,2	2852	1
Bilanz						+0,5	+159				+0,8	+214	

Silierung von extensivierten Grünlandaufwüchsen

Hansjörg Nußbaum

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt Aulendorf

1. Einleitung

Aufgrund verschiedener Förderprogramme, wie zum Beispiel des MEKA-Programmes in Baden-Württemberg oder der EU-Extensivierungsrichtlinien, werden bislang intensiv genutzte Flächen des Wirtschaftsgrünlandes durch Verzögerung der ersten Nutzung bzw. einer Reduzierung der N-Düngung extensiviert. Damit verändert sich die Verwertbarkeit solcher Aufwüchse. Neben der Verfütterung oder Nutzung als Einstreu kommen allenfalls die Alternativen Flächen- oder Mietenkompostierung bzw. die energetische Nutzung in Frage (ARMBRUSTER et al., 1997).

Die Verfütterbarkeit älteren Futters hängt maßgeblich von der Energiekonzentration und damit vom Zeitpunkt des ersten Schnittes, weniger jedoch von der Intensität der Düngung ab (RIEDER, 1996). Futter mit einer Energiekonzentration von unter 5,0 MJ NEL/kg T ist nur begrenzt in der Milchviehhaltung einsetzbar, weil dem dann notwendigen erhöhten Kraftfuttereinsatz pansenphysiologische Grenzen entgegenstehen (JILG, 1997).

Auf extensivierten Flächen wird das Futter in der Regel als Heu konserviert. Auf den landwirtschaftlichen Betrieben sind heute jedoch Arbeitswirtschaft und Maschinenausstattung sowie die Fütterungs- und Stalltechnik weitgehend auf die Silagebereitung abgestellt (MÄHRLEIN, 1992). Ältere Aufwüchse haben jedoch niedrige Kohlenhydratgehalte (ELSÄSSER, 1992), sind schwerer verdichtbar und weisen einen höheren Besatz mit Enterobakterien auf (HONIG u. DYCKMANS, 1991). Demgegenüber nimmt im Verlauf der physiologischen Entwicklung der TS-Gehalt der Aufwüchse zu sowie der Gehalt puffernder Substanzen ab (ZIMMER, 1988).

Anhand von drei verschiedenen Aulendorfer Untersuchungen der Jahre 1993 bis 1996 (Tab. 1) wird dargestellt, wie sich die Extensivierung von Dauergrünlandflächen auf die Silierbarkeit der Primäraufwüchse und die Qualität der Silagen ausgewirkt hat.

2. Aulendorfer Versuche von 1993-96

- a) Der erste Versuch fand von 1993 bis 1995 am Standort Aulendorf statt. Der erste Aufwuchs eines bisher viermal genutzten, grasreichen Wiesenbestandes wurde beginnend mit dem 10. Mai in Abständen von 2 Wochen bis Mitte Juli einsiliert. Die Wiese wurde letztmalig im Herbst 1992 mit ca. 20 m³ Gülle gedüngt. Die Einsilierung erfolgte mit verschiedenen Siliermitteln (Kontrolle, Melasse, *Kofasil plus*, *Sila Bac*, *Generator*).
- b) Von Aufwüchsen aus einem Niedermoorgebiet (Federsee) wurden 1995 und 1996 zu verschiedenen Terminen Silagen produziert, überwiegend im Kleinbehälter, teilweise zusätzlich auch als Rundballensilage. Im zweiten Jahr erfolgte die Einsilierung in die Kleinbehälter sowohl in ungehäckselter als auch in gehäckselter Form.
- c) Der dritte Versuch umfaßt sogenannte „Ausmagerungsversuche“ an vier Standorten in Baden-Württemberg, bei denen unter Verzicht auf Düngung bisher jährlich mehrmals genutzte Flächen entweder zwei- oder vierschürig beerntet werden. In Aulendorf wurde das Futter des ersten Schnittes neben einer unbehandelten Kontrolle auch mit verschiedenen enzymhaltigen Mitteln einsiliert.

Tabelle 1: Zusammenstellung der ausgewerteten Versuche von 1993-96

Versuch	Laufzeit	Faktoren
a Nutzungstermin	93 - 94	I Schnittzeitpunkt <ul style="list-style-type: none"> • ab 10.Mai alle 14 Tage bis 20.Juli II Silierzusatzmittel <ul style="list-style-type: none"> • Kontrolle , 4 Mittel
b Federsee	95 - 96	I Nutzungstermin II Häcksellänge III Silobehälter <ul style="list-style-type: none"> • Labor - Rundballen
c Ausmagerung	94 - 97	I Nutzungshäufigkeit <ul style="list-style-type: none"> • vierschürig (1.Aufw. 15.-20.Mai) • zweischürig (1.Aufw. 15.-20.Juni) II Silierzusatzmittel <ul style="list-style-type: none"> • Kontrolle, enzymhaltige Mittel

3. Ergebnisse

3.1 Die Silierfähigkeit

Die Gärfähigkeit von Futterpflanzen wird vom Gehalt wasserlöslicher Kohlenhydrate, der Pufferkapazität, den physikalischen Eigenschaften Verdichtbarkeit und Verschmutzungsgrad, dem epiphytischen Keimbesatz und dem Nitratgehalt bestimmt (BECK, 1966; WEISSBACH, 1967; GROSS u. RIEBE, 1974; McDONALD et al., 1991; WEISSBACH u. HONIG, 1996).

3.1.1 Quotient aus Zucker und Pufferkapazität

Mit der physiologischen Alterung des Ausgangsmaterials nahmen bei allen Versuchen die Gehalte wasserlöslicher Kohlenhydrate ab. Da sich die Pufferkapazität rascher als die Zuckerkonzentration verringerte, nahm der Quotient aus Zuckergehalt und Pufferkapazität bis Ende Juni nicht unter das Maß einer guten Siliereignung von 3,0 ab (Abb. 1). Deshalb benötigt älteres Futter zunächst weniger Säurebildung, um den für die sichere Konservierung notwendigen pH-Wert zu erreichen. Werden diese extensivierten Aufwüchse auf einen TS-Gehalt von mindestens 30 % angewelkt, was durch höhere TS-Gehalte im Grüngut physiologisch älterer Aufwüchsen erleichtert wird, errechnet sich daraus ein Vergärbarkeitskoeffizient (VK, SCHMIDT et al., 1971) von mindestens 54. Damit sind solche Aufwüchse auch bei niedrigen Nitratgehalten und geringem Keimbesatz epiphytischer Milchsäurebakterien gut silierbar. Ab Anfang Juli reduzierte die wieder ansteigende Pufferkapazität die Silierbarkeit der Aufwüchse.

3.1.2 Rohaschegehalt

Die Pufferkapazität ist neben dem Rohproteingehalt und dem Gehalt an Salzen organischer Säuren (Anionenfraktion) auch vom Rohaschegehalt abhängig. Bei Spätschnitt ist häufig ein größeres Verschmutzungsrisiko gegeben. Durch die Kontamination mit Erde gelangen Clostridien in das Futter. Mit steigendem Aschegehalt geht folglich die Silierbarkeit des Futters zurück und das Risiko einer Fehlgärung steigt an (BUTLER und BAILEY, 1973; McDONALD et al., 1991).

Die einsiliierten Primäraufwüchse wiesen bis Ende Juni abnehmende Rohaschegehalte auf (Abb. 2). In den Parzellen mit überständigen Aufwüchsen hielten sich verstärkt Wühlmäuse

auf. Deshalb ist ab Anfang Juli eine Zunahme der Futterverschmutzung zu beobachten. Da diese Ergebnisse auf versuchsmäßig beernteten Parzellen gewonnen wurden, ist davon auszugehen, daß bei praxisüblichen Ernteverfahren dieser Aufwüchse noch höhere Rohaschegehalte erreicht werden.

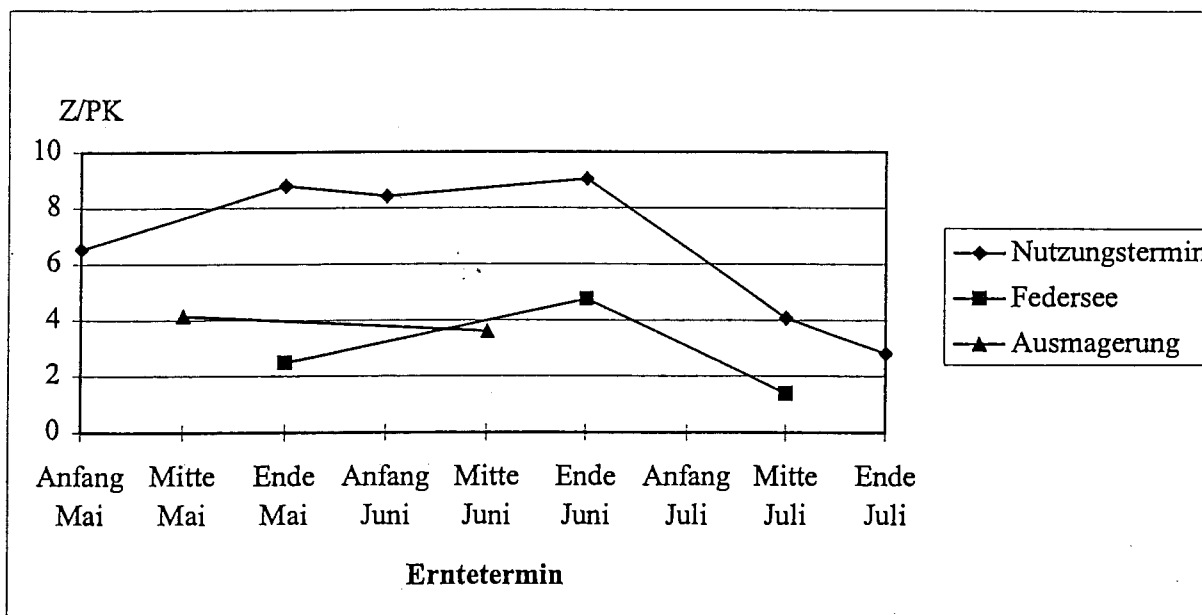


Abbildung 1: Veränderung des Z/PK-Quotienten von Primäraufwüchsen bei unterschiedlichen Nutzungsterminen

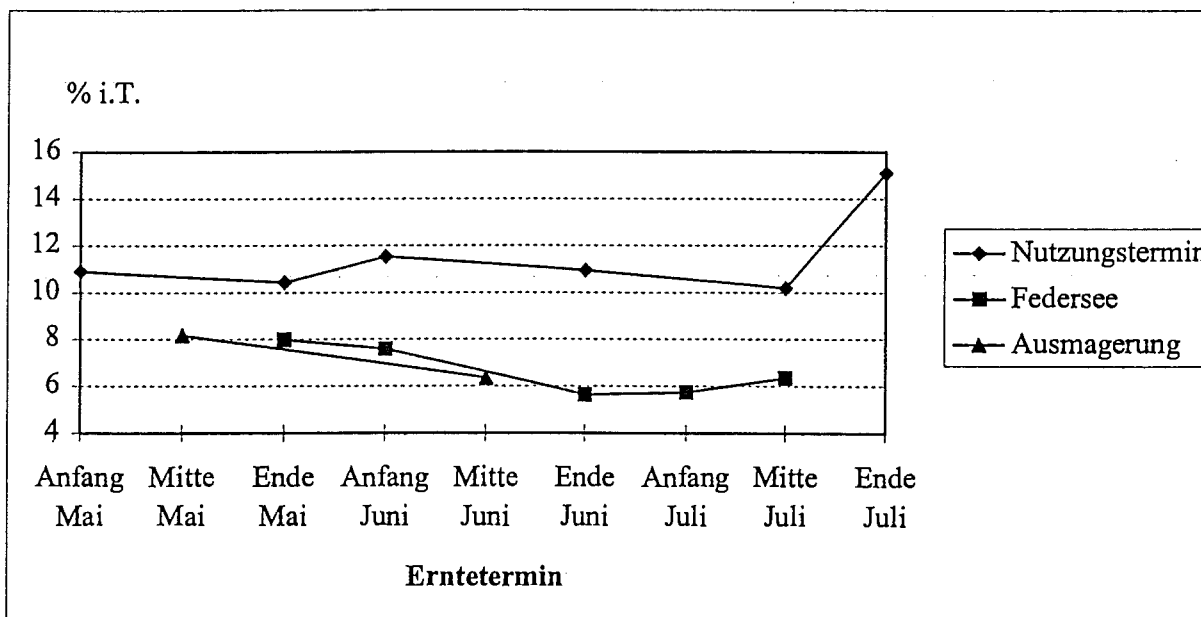


Abbildung 2: Rohaschegehalt (% i.T.) bei unterschiedlichen Ernteterminen

3.1.3 Der Nitratgehalt

Mit unterbliebener oder reduzierter N-Düngung erzeugtes Grünfütter ist häufig weitgehend nitratfrei. Da aber das aus Nitrat gebildete Nitrit im beginnenden Gärprozeß hemmend auf die Buttersäurebakterien wirkt, kann sich das Fehlen von Nitrat negativ auf den Gärverlauf auswirken (SPOELSTRA, 1985; KAISER et al., 1996).

Bei den dargestellten Versuchen lag der Nitratgehalt im Siliergut immer unter 1000 mg/kg T (Abb. 3), häufig sogar unter 500 mg Nitrat/kg T. Damit waren diese Aufwüchse praktisch nitratfrei. Die Speicherung von Nitrat erfolgt bevorzugt dann, wenn die Nitrataufnahme stärker als das Assimilationsvermögen der Pflanze ist (NIENSTEDT, 1966). Demnach wirken sich sowohl Düngungsmaßnahmen als auch Umweltbedingungen, insbesondere die Sonneneinstrahlung, auf den Nitratgehalt aus. Ein Zusammenhang zwischen Nitratgehalt im Erntegut und Erntezeitpunkt ist deshalb aus den vorliegenden Ergebnissen nicht zu erkennen (Abb.3).

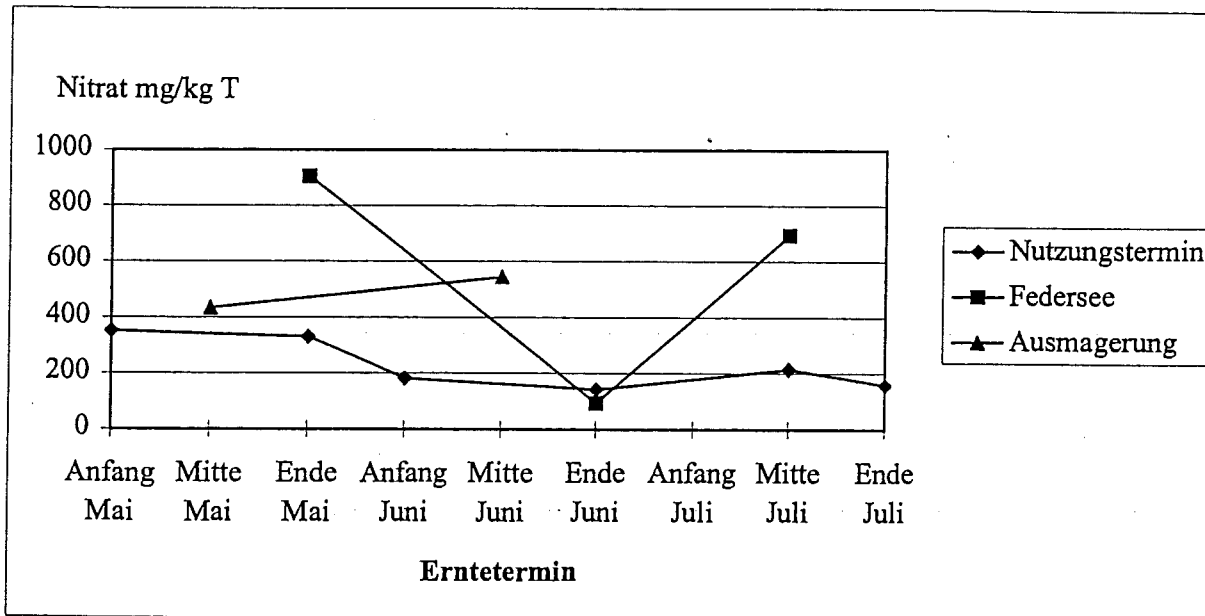


Abbildung 3: Nitratgehalt (mg NO₃/kg T) im Siliergut bei unterschiedlichen Ernteterminen

3.2 Silagequalität

In Versuch a) hatte der Nutzungstermin nur wenig Einfluß auf den pH-Wert der Silagen (Tab.2). Der Gehalt an Milchsäure nahm aufgrund der rückläufigen Kohlenhydratgehalte im Erntegut mit der späteren Nutzung ab. Der Anteil des Ammoniakstickstoffs am Gesamtstickstoff war bei den einzelnen Ernteterminen uneinheitlich. Auffallend ist, daß die Silagen überwiegend frei von Buttersäure waren. Deshalb erreichten nahezu alle Konservate eine sehr gute Bewertung nach dem DLG-Punkteschema.

Tabelle 2: Versuch Nutzungstermin. Gärqualität der Silagen nach 90 Tagen (Mittelwerte der Jahre 1993/94)

Termin	pH-Wert	Milchsäure % i.T	Buttersäure % i.T	NH ₃ N : N _t %	DLG-Punkte
T1	3,85	12,04	0	8,49	99,5
T2	3,92	10,32	0	10,84	95,2
T3	3,71	8,67	0	11,99	94,3
T4	3,79	6,86	0	9,92	97,8
T5	3,75	6,67	0	10,48	97,1
T6	3,83	6,36	0,15	11,75	91,8

Die trotz geringer Nitratgehalte im Ausgangsmaterial bis auf die Julitermine buttersäurefreien Silagen sind auf die hohen Zuckergehalte und demzufolge rasche Ansäuerung zurückzuführen (Abb. 4). Bereits nach 3 Tagen Lagerungsdauer lagen die pH-Werte unter 4,5, nach 10 Tagen unter 4,2.

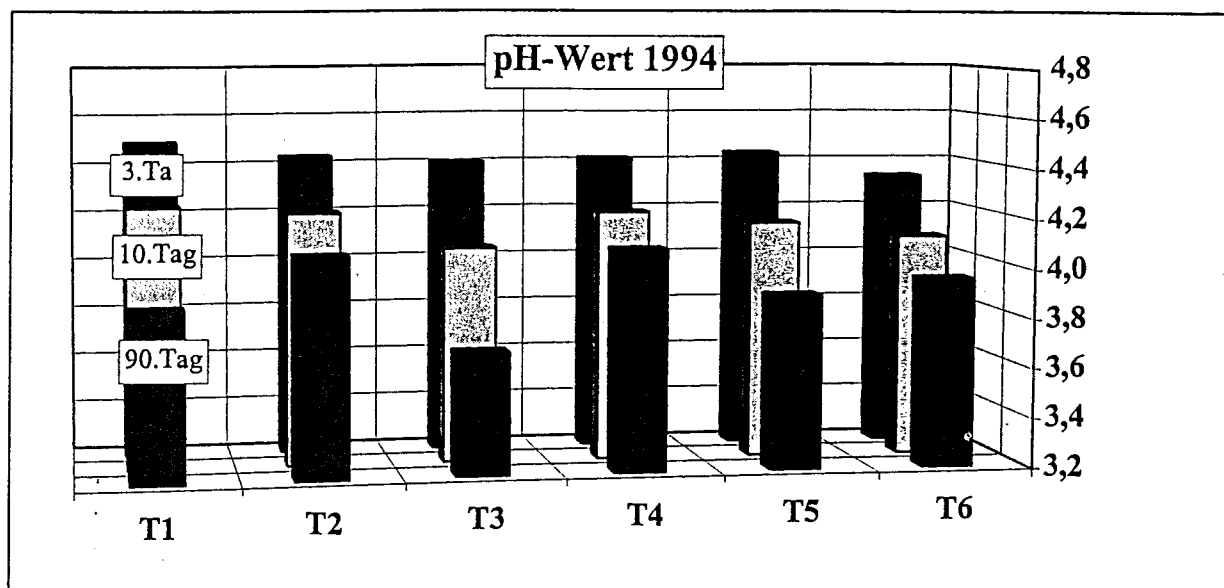


Abbildung 4: Versuch Nutzungstermin. pH-Wert der Silagen 1994 nach 3, 10 und 90 Tagen Lagerungsdauer.

Ähnliche Ergebnisse können hinsichtlich der Gärqualität beim Ausmagerungsversuch (Vers.c) getroffen werden (Tab. 3). Die trotz fehlender Buttersäuregehalte hohen Ammoniakgehalte ($\text{NH}_3\text{-N/N}_t$) beim Frühschnitt 1994 bzw. Spätschnitt 1995 sind vermutlich auf die Tätigkeit peptolytischer Enterobakterien in den ersten Tagen der Fermentation zurückzuführen.

Tabelle 3: Ausmagerungsversuch. Parameter der Gärqualität 1994 und 1995

Termin	pH-Wert	Milchsäure % i.T	Buttersäure % i.T	$\text{NH}_3\text{N} : \text{N}_t$ %	DLG-Punkte
17.05.94	4,16	3,70	0	16,64	89
16.06.94	4,20	2,24	0	9,93	98
23.05.95	5,06	9,97	0	7,85	90
27.06.95	4,46	6,77	0	16,60	90

Beim Silierversuch „Federsee“ (Vers. b) war mit der Einsilierung physiologisch älterer Aufwüchse eine Zunahme des pH-Wertes, des Ammoniak-N-Gehaltes und des Buttersäuregehaltes zu beobachten (Tab. 4). Folglich wurden die erst Mitte Juli konservierten Aufwüchse nach dem DLG-Schema als sehr schlecht (Note 5) eingestuft. Ursache dafür ist die botanischen Zusammensetzung der im Juli genutzten Parzellen. Hauptbestandbildner dieser Aufwüchse war die Art *Deschampsia cespitosa* (71 % Deckungsgrad). In den anderen Parzellen und Versuchen (Nutzungstermin, Ausmagerung) dominierten dagegen die Weidelgräser (*L.perenne*, *L.hybridum*).

Tabelle 4: Versuch Federsee. Gärqualität der Silagen (1995/96)

Termin	pH-Wert	Milchsäure % i.T	Buttersäure % i.T	$\text{NH}_3\text{N} : \text{N}_t$ %	DLG-Punkte
Ende Mai	4,08	6,79	0,33	9,20	91,65
Ende Juni	4,30	7,50	0	14,93	91,20
Mitte Juli	5,72	0,13	1,96	17,50	9,1

3.3 Futterwert extensivierter Aufwüchse

Die Energiekonzentration der Aufwüchse sinkt im Verlauf der physiologischen Entwicklung ab (Abb. 5). In der ersten Maidekade werden im Siliergut Gehalte von etwa 6,4 MJ NEL/kg T erreicht. Bei optimalen Silierbedingungen und folglich nur geringen Konservierungsverlusten kann in der Silage mit 6,2 MJ NEL/kg T gerechnet werden. Ab Ende Juni sinkt jedoch die Energiekonzentration im Erntegut unter 5,0 MJ NEL/kg T ab. Damit ist die Grenze der Verwertbarkeit in der Regel erreicht. Hinzu kommen relativ niedrige Rohproteingehalte, die bei reduzierter N-Düngung etwa 3-5 % i.T. unter vergleichbaren, mit N gedüngten Aufwüchsen liegen. Mitte/Ende Juli erreichen die Primäraufwüchse Gehalte von 4,0 bis 4,5 MJ NEL/kg T, das entspricht Energiegehalte vergleichbar denen von Getreidestroh.

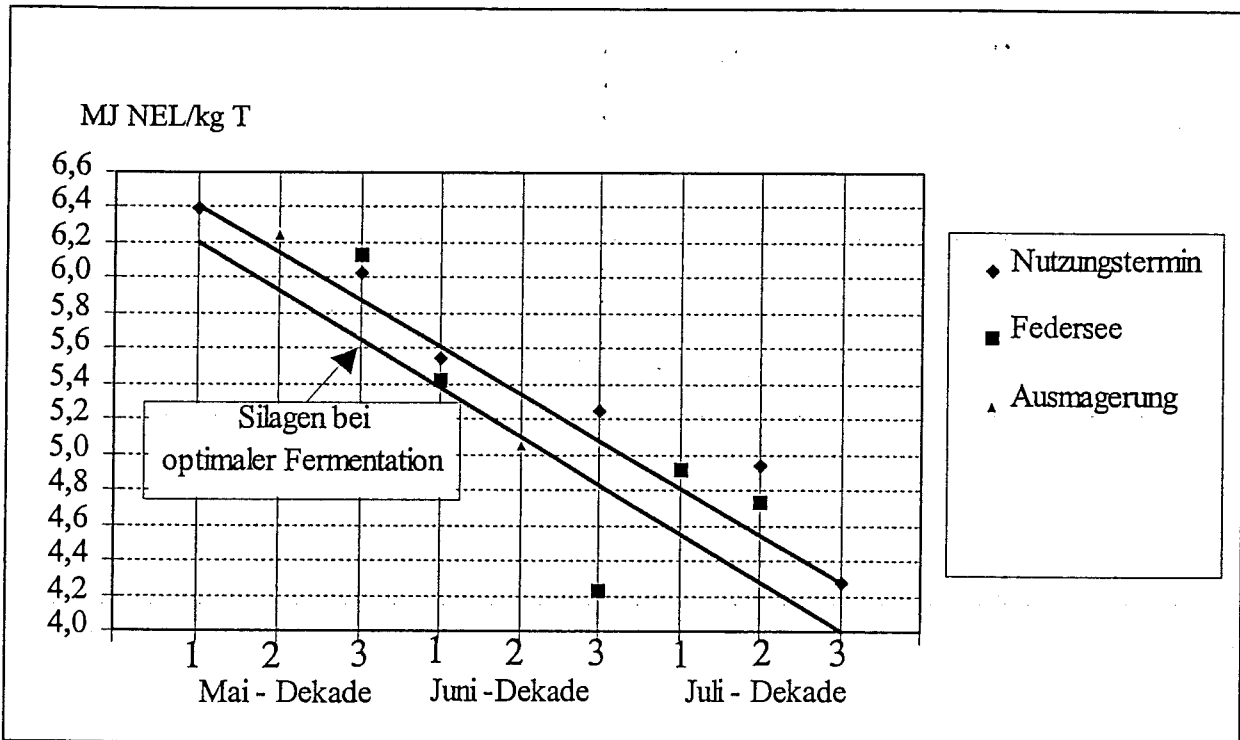


Abbildung 5: Energiekonzentration (MJ NEL/kg T) im Erntegut der Versuche (obere Linie) sowie die mögliche Konzentration in den Konservaten bei verlustarmer Fermentation (0,2 - 0,3 MJ NEL/kg T Verlust)

4. Produktionstechnische Möglichkeiten zur Verbesserung der Silagequalität

4.1 Einsatz von Silierzusatzmitteln

Die Wirkung bestimmter Zusätze auf die Qualität von Silagen extensivierter Aufwüchse wird nachfolgend beispielhaft am Erntetermin im Juli (T6, Versuch a) anhand der Milchsäuregehalte verdeutlicht.

Die Zudosierung von Melasse (22 kg/t FM) wirkte sich nicht auf den pH-Wert der Silagen aus. Die zusätzlichen Kohlenhydrate verursachten zwar höhere Milchsäuregehalte bewirkt (Abb. 6), aber mehr noch höhere Essigsäurekonzentrationen. Es ist deshalb anzunehmen, daß Mikroorganismen aus dem Bereich der Coli-Aerogenes-Gruppe von dem verbesserten Substratangebot profitiert hatten. Mit Melasse wurde die Energiekonzentration im Erntegut um 0,20 MJ NEL/kg T aufgewertet. Davon wurden in den Silagen durchschnittlich 0,12 MJ

NEL/kg T wiedergefunden. Jeder Tag Nutzungsverzögerung nach dem optimalen Stadium „Ähren-/Rispschieben“ könnte demnach mit etwa 5 kg Melasse je Tonne Siliergut ausgeglichen werden.

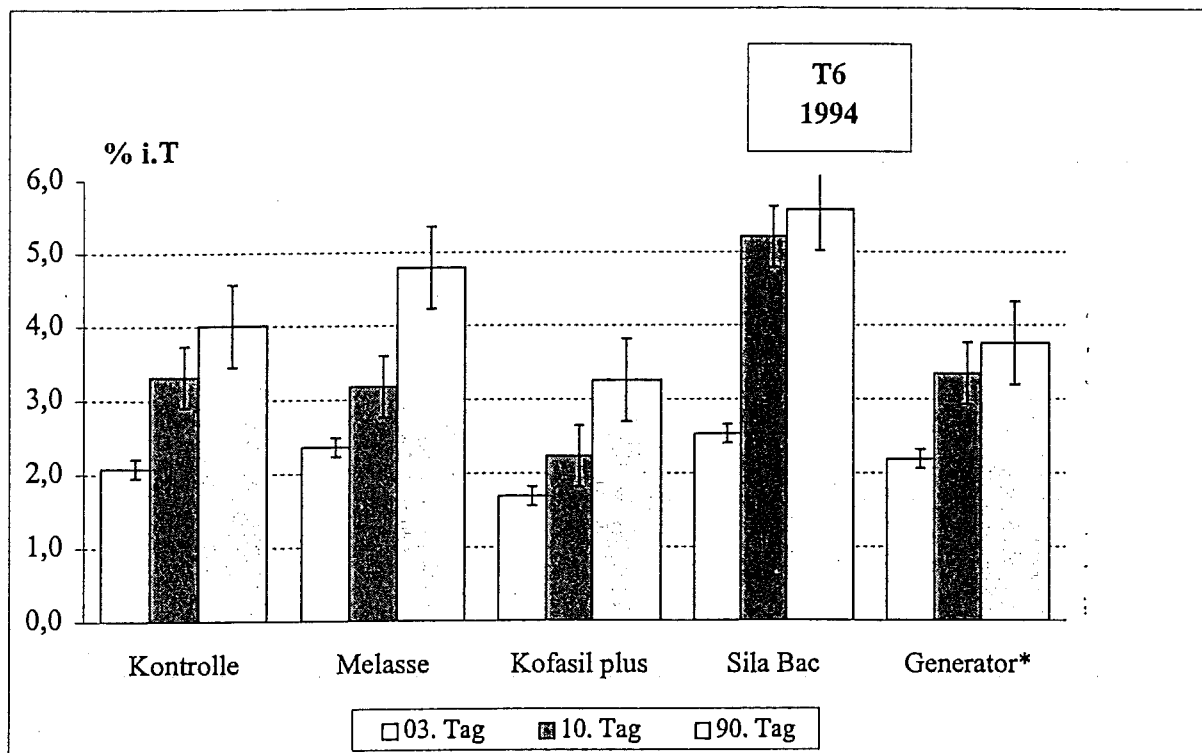


Abbildung 6: Gehalte an Milchsäure (% i.T) der Silagen des sechsten Erntetermins 1994 in Abhängigkeit von Lagerungsdauer (3, 10, 90 Tage) und Siliermittelzusatz.

Der biostatische Effekt der Ameisensäure mit einer in der beginnenden Fermentation unspezifisch hemmenden Wirkung aller Mikroorganismen ist ebenfalls aus Abbildung 6 zu erkennen. Er bewirkte in der Variante „Kofasil plus“ (3kg/t FM) sowohl höhere pH-Werte sowie verminderte Milch- und Essigsäuregehalte, aber auch generell buttersäurefreie Silagen. Gegenüber der unbehandelten Kontrolle wurden deshalb geringere und zeitlich verzögerte T-Verluste beobachtet.

Die mit *Sila Bac* zudosierten Impfkulturen ermöglichten eine schnellere Bildung von Milchsäure (Abb.6) selbst bei verzögerter Ernte. Bei dieser Variante waren Merkmale einer überwiegend homofermentativen Vergärung sowie insgesamt niedrige T-Verluste zu beobachten. Selbst bei geringem Substratangebot infolge Schnittverzögerung kam es zu einer effizienten Ausnutzung der Kohlenhydrate.

Die mit Enzymen des Mittels *Generator* versetzten Silagen unterschieden sich in nahezu allen Merkmalen des Futterwertes sowie Kennzeichen der Gärqualität am wenigsten von den Kontrollsilagen. Deshalb kann der Schluß gezogen werden, daß die Zugabe von Enzymen mittels *Generator* in der vorgegebenen Dosierung keine Möglichkeit darstellt, den spätschnittbedingten Energieverlust über die Freisetzung kurzkettiger Kohlenhydrate auszugleichen.

Beim Ausmagerungsversuch (Vers.c) wurden mehrerer enzymhaltige Mittel in teilweise unterschiedlicher Dosierung eingesetzt (Tab. 5).

Tabelle 5: Im Ausmagerungsversuch von 1993-96 mit unterschiedlicher Dosierung eingesetzte Enzympräparate

Name	Inhaltsstoffe	Dosierung kg/t FM
Generator	Hemicellulasen Cellulasen mit/ohne Inhibitor	0,2
Silo-Guard II	Amylasen Mineralsalz Dextrose	0,25 - 0,5 - 1,0
Rohalase	Cellulase	0,1 - 0,2 - 0,3

Die Effekte der Siliermittel ließen sich nicht absichern. Deshalb waren keine Auswirkungen auf den Futterwert bzw. die Gärqualität der Silagen feststellbar. Das gilt sowohl bei physiologisch jüngeren bzw. älteren Aufwüchsen und unabhängig von der Dosierung der Mittel.

4.2 Vergleich zwischen Labor- und Rundballensilage

Beim Versuch „Federsee“ wurden von den spätgenutzten Primäraufwüchsen Ende Juni (1995) bzw. Mitte Juli (1996) neben der Laborsilage auch mit praxisüblichen Maschinen Rundballen gepreßt und die Ballen mit Stretchfolie eingewickelt. Die Rundballen hatten in beiden Versuchsjahren an einzelnen Stellen Schimmelnester, die durch kleine Verletzungen der Folien verursacht worden waren. Die sichtbare Beeinträchtigung der Silage war allerdings nur kleinfächig (maximal etwa 20 % der Ballenoberfläche) und beschränkte sich dort auf die obersten 2-3 cm. In keinem Jahr war ein Ballen komplett verschimmelt oder durch sonstige Fehlgärungsprozesse unverfütterbar. Die Rundballensilage (RBS) hatte 1995 infolge längerer Anwelkdauer einen höheren T-Gehalt als die Laborsilage (Tab.6). Demgegenüber war der Rohaschegehalt durch die maschinelle Beerntung signifikant höher. Die folglich schwierigeren Silierbedingungen in den Rundballen können an dem signifikant höheren pH-Wert und Buttersäuregehalt nachvollzogen werden. Der Gehalt an Milchsäure war demgegenüber in den Laborsilagen absicherbar höher. In der Gesamtbewertung mittels DLG-Schema erreichten beide Silagen die Note „gut“, wobei die Laborsilage mit knapp 8 Punkten besser anschnitt.

Tabelle 6: Vergleich zwischen Labor- und Rundballensilage (RBS) beim Versuch „Federsee“ (1996)

Termin/ Verfahren	TS %	XA % i.T	MJ NEL/ kg T	pH- Wert	Milchsäure % i.T	Buttersäure % i.T	NH ₃ N : N _t %	DLG- Punkte
26.06.95								
Labor	39,4	5,4	4,40	4,16	6,95	0	15,7	90,4
RBS	46,5	9,7	4,07	4,63	3,12	0,52	8,4	82,9
GD 5%		3,43	0,26	0,47	0,88	0,31	2,49	n.s.
15.07.97								
Labor	26,0	8,0	3,47	5,71	0,12	1,96	17,5	9,1
RBS	31,3	7,1	3,95	5,65	1,38	1,20	13,6	26,2
GD 5%		n.s.	0,13	n.s.	1,04	n.s.	2,95	n.s.

Im zweiten Versuchsjahr waren die RBS wiederum stärker angewelkt als die Laborsilagen (Tab.6). Die Praxissilagen wiesen eine höhere Energiekonzentration auf als die Laborsilagen. Hervorzuheben ist jedoch, daß sich der Rohaschegehalt im Gegensatz zum ersten Versuchs-

jahr nicht signifikant von demjenigen der Weckglassilage unterschied. Demzufolge kann auch unter Praxisbedingungen auf Moorböden Silagen mit unter 10 % Rohasche gewonnen werden. Positiv hatte sich in diesem Zusammenhang ausgewirkt, daß das Erntegut ohne weitere Bearbeitungsgänge direkt vom Mähswad aus geerntet wurde.

Bedingt durch die niedrigen T-Gehalte und ungünstigen Gäreigenschaften der spät genutzten Aufwüchse (Abb.1) wiesen die Silagen weder beim pH-Wert noch beim Gehalt an Buttersäure signifikante Unterschiede auf. Bei Rundballensilage lag allerdings der Milchsäuregehalt höher. Beide Silagen erreichten im DLG-Punkteschema nur die Note „sehr schlecht“.

4.3 Einfluß der Häcksellänge

Im Versuchsjahr 1996 wurden die Aufwüchse der Federseeparzellen sowohl ungehäckselst als auch gehäckselst in Laborbehälter einsiliert. Das ungehäckselst einsilierte Material hatte bei allen Varianten infolge geringerer Dichtlagerung im Silo höhere Buttersäuregehalte und demzufolge höhere Konzentrationen an Ammoniak und größere T-Verluste zur Folge (Abb.7). Folglich war auch die Energiekonzentration niedriger.

Bei allen Silagen verlief die Fermentation des gehäckselten Erntegutes intensiver, d.h. die T-Verluste nahmen in den ersten vier Tagen schneller zu als im ungehäckselten Material. Dies bestätigt die bekanntermaßen bessere Kohlenhydrat-Verfügbarkeit gehäckselten Erntegutes (GROSS und RIEBE, 1974).

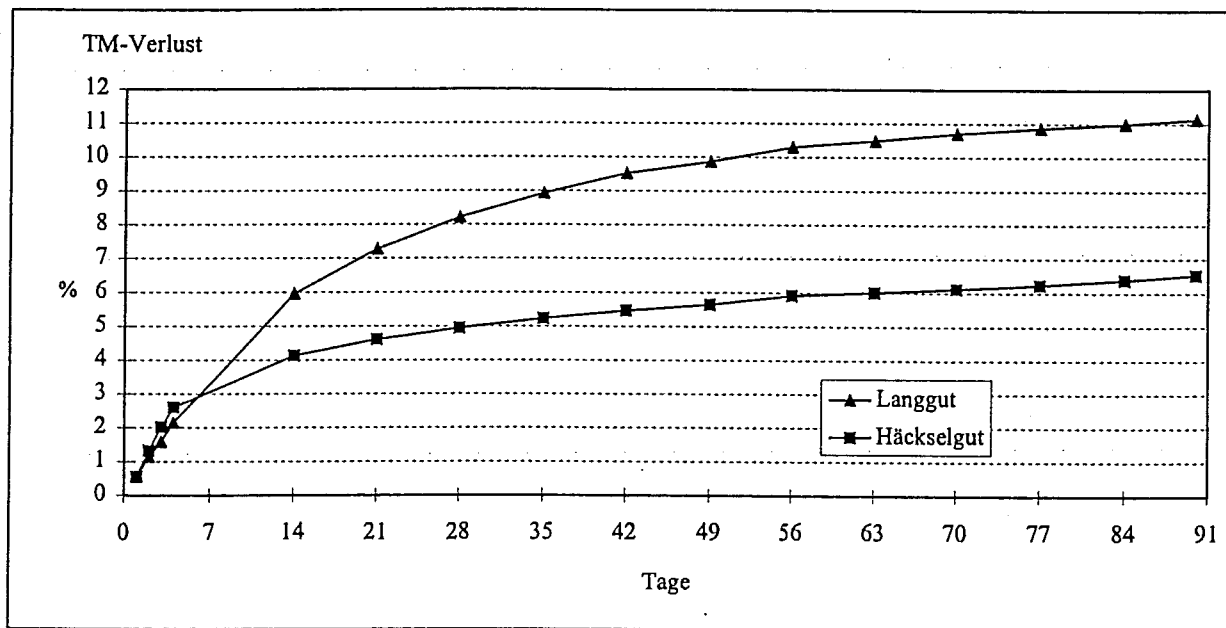


Abbildung 7: Verlauf der T-Verluste während der 90-tägigen Fermentation bei gehäckseltem bzw. ungehäckseltem Siliergut (Versuch Federsee)

5. Zusammenfassung

- Physiologisch ältere Aufwüchse extensivierter Wiesen lassen sich bis zum Schnitttermin Ende Juni als Silage konservieren. Ab Anfang Juli geht die Qualität der Silagen aufgrund rückläufiger Vergärbarkeit der Aufwüchse, zunehmender Verschmutzung und geringerer Dichtlagerung im Silo drastisch zurück.
- Weniger die Parameter der Silierbarkeit, sondern die mangelhafte Energiekonzentration (ab Ende Juni unter 5,0 MJ NEL/kg T) wirkt begrenzend für die Verfütterung selbst an genügsame Wiederkäuer.

- Die Abnahme der vergärbaren Kohlenhydrate mit der physiologischen Alterung wurde durch einen im Verhältnis noch stärkeren Rückgang der Pufferkapazität überlagert.
- Bei guter Vergärbarkeit und folglich rascher Zunahme der Acidität können auch nitratarme Aufwüchse ohne das Auftreten von Buttersäure in der Primärfermentation erzeugt werden.
- Silierzusatzmittel können den Gärverlauf auch bei extensivierten Aufwüchsen positiv beeinflussen, wenngleich in den ausgewerteten Versuchen der Futterwert der Silagen nur selten verbessert wurde.
 - Jeder Tag Nutzungsverzögerung nach dem Stadium „Ähren-/Rispen-schieben kann mit 5 kg Melasse/t FM ausgeglichen werden.
 - Mit Kofasil plus konnten generell buttersäurefreie Silagen erzeugt werden.
 - Sila Bac war in der Lage, auch geringe Gehalte an Kohlenhydraten effektiv zu vergären.
 - Enzymhaltige Zusätze stellen, unabhängig von der Dosierung, derzeit keine Möglichkeit dar, den spätschnittbedingten Energieverlust über die Freisetzung kurzkettiger Kohlenhydrate auszugleichen.
- Spätgenutzte Aufwüchse lassen sich unter Praxisbedingungen als Rundballensilage konservieren, sofern eine optimale Erntetechnik (Schneidwerkpresse, 6 Lagen Folie) eingesetzt wird.

6. Literatur

- ARMBRUSTER, M.; ELSÄSSER, M; BRIEMLE, G.; KUNZ, H.-G. und H. NUSSBAUM (1997): Alternative landwirtschaftliche Nutzung und Verwertung von Grünaufwüchsen aus dem Europa-Reservat Federsee. Abschlußbericht PAÖ-Projekt.
- BECK, T. (1966): Die Mikrobiologie der Gärfutterbereitung. Das wirtschaftseigene Futter, 12, 227-263.
- BUTLER, G.B. u. R.W. BAILEY (1973): Chemistry and Biochemistry of Herbage. Ac.Press, London/New York.
- ELSÄSSER, M. (1992): Die Grenzen der Grünlandkonservierung aus futterbaulicher Sicht. Tagungsband „Grünlandextensivierung“, Herausgeber: LVVG Aulendorf.
- GROSS, F. und K. RIEBE (1974): Gärfutter. Ulmer Verlag Stuttgart.
- HONIG, H. und A. DYCKMANS (1991): Extensive Grünlandbewirtschaftung Teil II: - Auswirkungen auf die Konservierungseignung. Tagungsband AG Grünland u. Futterbau, Maria Laach 1991, 110-115.
- JILG, T. (1997): Futterwert von Extensivfutter und Einsatz in der Rinderhaltung. BAL Gumpenstein, Expertenforum „Grundfutterqualität und Grundfutterbewertung, 111-117.
- KAISER, E.; WEISS, K. und A. Milimonka (1996): Zur Wirkung von Siliermitteln bei nitratarmem Grünfutter. Tagungsband AG Grünland u. Futterbau, Paulinenaue 1996, 41-44.
- MÄHRLEIN, A. (1992): Die Auswirkungen von Naturschutzaufgaben auf den Einzelbetrieb. LÖF-Mitteilungen 3, 55-60.
- McDONALD, P.; HENDERSON, N. and S. HERON (1991): The Biochemistry of silage. Chalcombe Publications, 2nd Ed., Academic Press London and New York.
- NIENSTEDT, E.F. (1966): Zur Nitratfrage bei Futterpflanzen. Das wirtschaftseigene Futter 12, 337-345.
- RIEDER, J.B. (1996): Reduzierung der N-Düngung auf Intensivgrünland und Energiedichte im Grundfutter. Schule und Beratung 2/96, IV-17 bis IV-20.
- SCHMIDT, L.; WEISSBACH, F.; WERNECKE, K.-D. und E. HEIN (1971): Erarbeitung von Parametern für die Vorhersage und Steuerung des Gärverlaufes bei der Grünfuttersilierung. Forschungsbericht Oskar-Keller-Institut für Tierernährung, Rostock.
- SPOELSTRA, S.F. (1985): Nitrate in Silage. Grass and Forage Science, 40, 1-11.
- WEISSBACH, F. (1967): Die Bestimmung der Pufferkapazität der Futterpflanzen und ihre Bedeutung für die Vergärbarkeit. Deutsche Akad. Landw. Tagungsberichte 92, 211-220.
- WEISSBACH, F. und H. HONIG (1996): Über die Vorhersage und Steuerung des Gärverlaufs bei der Silierung von Grünfutter aus extensivem Anbau. Landbau Völkenrode Heft 1/96, 10-17.
- ZIMMER, E. (1988): Auswirkungen einer veränderten Grünlandbewirtschaftung auf die Futterkonservierung. KTBL-Arbeitspapier 131, 73-85.

Endophytische Pilze in Gräsern - Auswirkungen auf die Pflanzenqualität und die Leistung von Weidetieren

von

Elisabeth Oldenburg

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

1. Einleitung

In Gräsern der Subfamilie Pooideae können endophytische Pilze der Gattung *Neotyphodium* (früher: *Acremonium*) vorkommen, die äußerlich nicht sichtbar im interzellulären Raum des pflanzlichen Gewebes leben und mit dem Samen weiterverbreitet werden (SIEGEL ET AL., 1987; SIEGEL, 1993; GLENN ET AL., 1996). Das Zusammenleben zwischen Gras und Endophyt wird häufig als mutualistische Symbiose bezeichnet und kann insbesondere unter Streßbedingungen für die Pflanze von Vorteil sein. Bei endophyteninfizierten Gräsern der Gattungen *Lolium* und *Festuca* wurden im Vergleich zu endophytenfreien Gräsern eine gesteigerte Biomassebildung, Persistenz und Dürretoleranz sowie eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegenüber Herbivoren festgestellt (SIEGEL ET AL., 1987; JOOST, 1995). Der Schutz vor Fraß durch Insekten beruht auf der Anreicherung von toxisch wirkenden Alkaloiden in endophyteninfizierten Gräsern (SIEGEL ET AL., 1987; SIEGEL ET AL., 1990; PORTER, 1995). Durch die Aufnahme dieser Alkaloide können jedoch bei Weidetieren (Schafe, Rinder, Pferde, Rotwild) Intoxikationen mit gravierender Krankheitssymptomatik ausgelöst werden (VAN HEESWICK UND McDONALD, 1992; PRESTIDGE, 1993; PORTER, 1995).

Diese durch endophytische Pilze hervorgerufenen Effekte wurden in den letzten Jahrzehnten besonders in Neuseeland, Australien und den USA eingehend untersucht, weil in diesen Ländern häufig hoch mit Endophyten infizierte Weideflächen und endophytinduzierte Tierkrankheiten vorkommen. In Europa werden erst seit einigen Jahren intensivere Forschungsarbeiten zur Endophytenproblematik in Gräsern durchgeführt, so daß bezüglich des Vorkommens und der Auswirkungen der endophytischen Pilze auf die Wirtspflanze und ihre Umwelt für den europäischen Raum noch große Kenntnislücken bestehen.

Im folgenden wird anhand eigener Untersuchungen und von Forschungsergebnissen anderer Arbeitsgruppen ein Überblick über den aktuellen Kenntnisstand zur Bedeutung der Gräserendophyten im europäischen Klimabereich gegeben.

2. Vorkommen von endophytischen Pilzen in *Lolium* und *Festuca*

Ökologische Studien zum Vorkommen von endophytischen Pilzen in Gräsern haben ergeben, daß in Europa Endophyteninfektionen in Ökotypen von *Lolium* auf altem Dauergrünland weit verbreitet sind. Untersuchungen aus England, Frankreich, Belgien, Deutschland, Schweiz, Tschechien, Slowakien, Rumänien, Bulgarien, Portugal, Spanien und Italien zeigten, daß bei Wild-Populationen von *Lolium* meist mehr als 60 % der Pflanzen mit Endophyten infiziert waren (LEWIS, 1996).

In einer eigenen Erhebungsstudie wurden in den Jahren 1992 und 1993 insgesamt 38 Ökotypen-Populationen von Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne*), die von verschiedenen Dauergrünlandflächen in Niedersachsen, Hessen, Bayern und Mecklenburg-Vorpommern (Insel Poel) stammten und auf Versuchsflächen in der FAL kultiviert wurden, auf Endophytinfektionen geprüft (OLDENBURG, 1994). In 87% der untersuchten Populationen wurden endophytpositive Einzelpflanzen nachgewiesen, wobei der Anteil an infizierten Pflanzen an der Gesamt-Population meist im Bereich von 1-30% variierte. Lediglich in 18% der Populationen lag der Infektionsgrad höher als 30%, der Maximalwert betrug 77%. Regionale Unterschiede bezüglich der Häufigkeit des Vorkommens und des Infektionsgrads der Populationen waren nicht erkennbar. Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Befallsgraden der Populationen und den spezifischen Bedingungen am Herkunftsstandort (Bodenverhältnisse, Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft, Art der Bewirtschaftung) ließen sich nicht ableiten.

In einer Untersuchung von DAPPRICH ET AL. (1996) wurden 1994 bei 4 Rinderweiden in Nordrhein-Westfalen ähnliche Endophytinfektionsraten (8 bis maximal 40%) im *Lolium perenne*-Bestand der Weiden festgestellt.

Saatgut von europäischen Sorten der Gattungen *Lolium* und *Festuca* scheint eher selten mit endophytischen Pilzen infiziert zu sein. Von 122 untersuchten Sorten von *Lolium perenne* waren lediglich ca. 10 % endophyt-positiv (LEWIS, 1996). Der Anteil infizierter Körner in endophyt-positiven Saatgutchargen von *Lolium perenne* war in einer Studie von DAPPRICH (1994) gering bei Werten zwischen 1 und ca. 30%.

Ähnliche Ergebnisse resultierten aus der Prüfung verschiedener europäischer Sorten von *Festuca arundinacea*, *F. pratensis*, *F. rubra* und *F. ovina* (PFANNMÖLLER ET AL., 1994). Nur ca. 13% von insgesamt 135 untersuchten Sorten waren mit endophytischen Pilzen infiziert, wobei der Infektionsgrad der Körner ebenfalls meist zwischen 1 und 32 % lag und nur fallweise höhere Werte bis max. 70 % erreichte. In einer Untersuchung von RICCIONI ET AL. (1994) waren 3 von 19 überwiegend italienischen Sorten von *F. arundinacea* endophyt-positiv, der Infektionsgrad der positiven Saatgutchargen variierte zwischen 6 und 40 %.

3. Auswirkungen von endophytischen Pilzen auf die Pflanzenqualität

Eine eigene Vergleichsuntersuchung von Futterwert-Parametern in endophytinfizierten und endophytfreien Aufwüchsen jeweils einer Sorte von *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea* und *Festuca pratensis*, die in den Jahren 1993 und 1994 auf Versuchsflächen der FAL geerntet wurden, ergab vereinzelt Unterschiede in den Gehalten an Trockenmasse, Rohasche, Rohprotein, Rohfaser, wasserlöslichen Kohlenhydraten und in der in vitro-Verdaulichkeit der organischen Masse. Es war jedoch keine eindeutige Tendenz zugunsten einer der beiden Varianten erkennbar. Bezüglich des Wuchsverhaltens der Pflanzen und der Trockenmasse-Erträge wurden zwischen diesen endophytpositiven und endophytfreien Varianten keine Unterschiede beobachtet (OLDENBURG, 1995a). Nach einer Untersuchung von LEWIS (1996) treten beim Deutschen Weidelgras höhere Trockenmasse-Erträge bedingt durch Endophyten besonders dann auf, wenn ein zusätzliches Infektionsrisiko durch das Weidelgras-Mosaikvirus besteht, gegen das endophythaltes Weidelgras resistenter zu sein scheint.

In einer überregionalen vergleichenden Prüfung von 4 Sorten von *Festuca pratensis*, kultiviert als hoch bzw. niedrig mit Endophyten infizierte Varianten an 8 Standorten in Niedersachsen (u.a. FAL), Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt, Bayern und Tschechien wurden von uns in den Jahren 1995 und 1996 jeweils drei Aufwüchse auf die o.g. Futterwert-Parameter untersucht. Es wurden an keinem Standort deutliche Differenzen festgestellt, die auf die Endophytinfektionen zurückgeführt werden könnten. Bei zusätzlich

durchgeführten Wachstumsbeobachtungen bzw. Ertragsermittlungen traten an unserem Standort in der FAL wiederum keine Unterschiede zwischen den Varianten hoch bzw. niedrig endophyteninfiziert auf (OLDENBURG, unveröffentlicht).

Von SCHÖBERLEIN ET AL. (1995) wurden bei endophyteninfizierten Sorten von *Festuca pratensis* an einem Standort bei Halle bessere Pflanzenaufgänge und höhere Samenerträge gegenüber den endophytenfreien Sorten festgestellt.

Chemische Analysen von in Frankreich erzeugtem Heu aus endophyteninfiziertem bzw. endophytenfreiem *Festuca arundinacea* ergaben keine Unterschiede in den Gehalten an Trockenmasse, organischen Masse, Rohprotein, Rohfaser und Lignin (EMILE ET AL. 1997).

In endophyteninfizierten *Lolium* und *Festuca*-Gräsern werden auch unter den klimatischen Bedingungen Mitteleuropas Alkaloide gebildet. Mehrjährige Untersuchungen in den Jahren 1993 bis 1996 am Standort der FAL in Braunschweig, bei denen endophyteninfizierte deutsche Ökotypen bzw. neuseeländische Sorten von Deutschen Weidelgras auf Gehalte des Indolalkaloids Lolitrem B geprüft wurden, ergaben stets positive Befunde (OLDENBURG, 1995b). Im Verlauf der jeweiligen Vegetationsperioden wurden saisonale Unterschiede bezüglich der Lolitrem B-Anreicherung festgestellt. Die höchsten Gehalte an Lolitrem B traten in den Sommermonaten Juli und August auf, in Frühjahr und Herbst wurden dagegen deutlich niedrigere Werte beobachtet. Die Maximalwerte von Lolitrem B schwankten jahresbedingt zwischen 750 und 1700 µg/kg TM (OLDENBURG, 1995b; OLDENBURG ET AL., 1997).

In Großbritannien wurden in endophyteninfiziertem Ökotypen von *Lolium perenne* Lolitrem B-Konzentrationen im Bereich von 80-3280 µg/kg TM gefunden (LEWIS UND CLEMENTS, 1986). Lolin-Alkaloide wurden sowohl in vegetativen als auch in generativen Pflanzenteilen von *Festuca pratensis* während des Aufwuchses unter Feldbedingungen in der FAL von JUSTUS ET AL. (1997) nachgewiesen. In endophyteninfiziertem *Festuca pratensis* aus der Schweiz wurden ebenfalls z.T. hohe Gehalte an Lolininen festgestellt (SCHMIDT, 1991).

4. Auswirkungen von endophytischen Pilzen auf Weidetiere

Das tremorgene Indolalkaloid Lolitrem B wird in Deutschem Weidelgras gebildet, das mit dem endophytischen Pilz *Neotyphodium lolii* infiziert ist. Durch die Aufnahme von Lolitrem B können bei Weidetieren klinische Symptome des „Ryegrass staggers“ ausgelöst werden, die sich in leichter Form als Muskelzittern an Nacken, Schulter und Flanken und in schweren Fällen als starker Tremor der gesamten Muskulatur bis zu längerfristiger Bewegungsunfähigkeit äußern (KEOGH, 1973; GALEY ET AL., 1991). Zur Auslösung klinischer Symptome sind Konzentrationen von mindestens 2000 µg/kg TM im Gras erforderlich (DIMENNA ET AL., 1992). Als subklinische Effekte können beim Wiederkäuer reduzierte Gewichtszunahmen, eine geringere Milchproduktion sowie ein geringerer Fett- bzw. Proteingehalt der Milch und eine reduzierte Hormonproduktion auftreten (PRESTIDGE, 1993; VALENTINE ET AL., 1993).

Bisher wurden kaum Fälle von „Ryegrass staggers“ im europäischen Raum beobachtet, lediglich in Großbritannien sind vereinzelt „staggers“-Symptome aufgetreten (LEWIS, 1994).

Die bei unseren Untersuchungen in Deutschland gefundenen Gehalte von ca. 200 bis 1700 µg Lolitrem B/kg TM reichen nicht aus, um „Ryegrass staggers“ auszulösen, so daß für den mitteleuropäischen Raum eher mit subklinischen Effekten durch Endophyteninfektionen zu rechnen ist. Bestätigt wurde dies mit den ersten Ergebnissen einer 1996 begonnenen Serie von Weideversuchen an unserem Standort in der FAL, bei denen wir die Auswirkungen von endophyteninfiziertem *Lolium perenne* auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Schafen untersuchen. Eine mehrmonatige Beweidung (Juni bis Oktober 1996) von hochgradig mit Endophyten infiziertem und Lolitrem B enthaltendem Deutschem Weidelgras ergab bei Mastlämmern deutlich verringerte Gewichtszunahmen gegenüber einer Kontrollgruppe, die auf gerin-

gradig endophytinfiziertem Deutschen Weidelgras gehalten wurde. Der allgemeine Gesundheitszustand der Tiere sowie Organfunktionen wurden durch die Aufnahme von Lolitrem B nicht erkennbar beeinträchtigt. (OLDENBURG ET AL., 1997). Die Ursache für die geringeren Gewichtszunahmen ist noch ungeklärt. Eine Beeinträchtigung der postresorptiven Nährstoffverwertung durch Lolitrem B ist unwahrscheinlich, da ein Übergang dieses Alkaloids ins Blut der Tiere von uns bisher nicht nachgewiesen werden konnte. Denkbar wären eine geringere Futteraufnahme, Störungen des Pansenstoffwechsels, Effekte durch andere, in endophytinfiziertem *Lolium perenne* auftretende Alkaloide oder durch noch unbekannte Metabolite (FLETCHER, 1993).

Durch endophytinfizierte Rohrschwengel-Gräser (*Festuca arundinacea*) kommen besonders in den USA bei Wiederkäuern Krankheiten vor (u.a. „Fescue toxicosis“), bei denen reduzierte Gewichtszunahmen, reduzierte Milchproduktion, Fruchtbarkeitsstörungen, verringerte Prolaktin-Gehalte und erhöhte Körpertemperaturen auftreten (PATERSON ET AL., 1995). Als verursachende Agenzien werden Ergotalkaloide vermutet, die von dem endophytischen Pilz *Neotyphodium coenophialum* in *Festuca arundinacea* gebildet werden (PATERSON ET AL., 1995).

Für den westeuropäischen Raum liegen zu dieser Problematik erste Versuchsergebnisse vor. In französischen Studien von EMILE ET AL. (1996 und 1997) wurden in Fütterungsversuchen mit Schafen und Rindern ('Hostein'-Färsen) Auswirkungen der Aufnahme von hoch endophytinfiziertem gegenüber endophytfreiem Heu von *Festuca arundinacea* untersucht. Bei einem Wahlversuch mit Schafen wurde eine Präferenz für das endophytfreie Heu mit höheren Futteraufnahmen gegenüber dem hochinfizierten Heu festgestellt. Bei einem Fütterungsversuch mit Färsen, bei dem die Tiere keine Auswahlmöglichkeit hatten, wurden keine Unterschiede in den Futteraufnahmeraten beobachtet, jedoch waren die Prolaktin-Konzentrationen im Blut der mit hochinfiziertem Heu gefütterten Tiere deutlich reduziert.

5. Schlußfolgerungen

Nach den bisher vorliegenden Untersuchungsergebnissen zum Vorkommen von Gräserendophyten kann geschlossen werden, daß Endophyteninfektionen in *Lolium* und *Festuca* in Europa geographisch weit verbreitet sind. Der Anteil infizierter Gräser am Gesamtbestand ist wahrscheinlich in der Regel gering bis moderat, jedoch können auch hochinfizierte Populationen vorkommen.

Unter europäischen Klimabedingungen wurden zwar vereinzelt bessere Pflanzenaufgänge und bessere Trockenmasse- bzw. Samenerträge bei endophytinfizierten gegenüber endophytfreien Gräsern festgestellt, es fehlen aber bisher weitgehend systematische Untersuchungen zur Klärung der Kausalzusammenhänge für die fallweise auftretenden Unterschiede im Wuchsverhalten der Gräser.

Bezüglich der Inhaltstoffe bzw. Parameter, die für den Futterwert bestimmend sind, gibt es keine Unterschiede zwischen den endophytinfizierten bzw. endophytfreien Gräsern.

Eindeutig belegt sind jedoch Anreicherungen von Alkaloiden in endophytpositiven *Lolium* und *Festuca*, die in endophytfreien Gräsern nicht zu finden sind. Die Alkaloid-Gehalte schwanken saisonal, wobei die höchsten Konzentrationen in der Regel in den Sommermonaten auftreten.

Erste Untersuchungen zu den Auswirkungen einer Alkaloidaufnahme durch endophytinfizierte Gräser an Wiederkäuern lassen vermuten, daß akute Krankheitserscheinungen unter europäischen Klimabedingungen eher selten induziert werden, jedoch mit der Möglichkeit von Leistungsminderungen gerechnet werden muß.

6. Literatur

- DAPPRICH, P., A. KLOSE UND V.H. PAUL, 1994: A survey on the occurrence of endophytic fungi in European seed lots of *Lolium perenne*. Bulletin OILB/srop 17 (1), S. 131-137.
- DAPPRICH, P., V.H. PAUL UND K. KROHN, 1996: Incidence of *Acremonium* endophytes in selected German pastures and the contents of alkaloids in *Lolium perenne*. Bulletin OILB/srop 19 (7), S. 103-114.
- DIMENNA, M.E., P.H. MORTIMER, R.A. PRESTIDGE, A.D. HAWKES UND J.M. SPROSEN, 1992: Lolitrem B concentrations, counts of *Acremonium lolii* hyphae, and the incidence of ryegrass staggers in lambs on plots of *A. lolii*-infected perennial ryegrass. N.Z. Agr. Res. 35, S.211-217.
- EMILE, J.C., M. GHESQUIERE UND R. TRAINEAU, 1996: Appétence et valeur alimentaire de foins de fétuque indemnes ou infestés par le champignon endophyte *Acremonium coenophialum*. Ann. Zootech. 45, S. 401-410.
- EMILE, J.C., J.P. RAVAUULT, J.M. CHABOSSEAU UND M. GHESQUIERE, 1997: Effect of endophyte-infected tall fescue hay on dairy heifers under European intensive management. XVIII International Grassland Congress, Juni 1997, Canada, im Druck.
- FLETCHER, L.R., 1993: Grazing ryegrass/endophyte associations and their effect on animal health and performance. -In: Proceedings of the Second International Symposium of *Acremonium*/Grass Interactions: Plenary Papers. Februar 1993, Palmerston North, New Zealand, Hume, D.E., G.C.M. Latch und H.S. Easton (Hrsg.), S. 115-127.
- GALEY, F.D., M.L. TRACY, A.L. CRAIGMILL, B.C. BARR, G. MARKEGARD, R. PETERSON UND M. O'CONNOR, 1991: Staggers induced by consumption of perennial ryegrass in cattle and sheep from northern California. Journal of the American Veterinary Medical Association 199 (4), S. 466-470.
- GLENN, A.E., C.W. BACON, R. PRICE UND R.T. HANLIN, 1996a: Molecular phylogeny of *Acremonium* and its taxonomic implications. Mycologia 88 (3), S. 369-383.
- JOOST, R.E., 1995: *Acremonium* in fescue and ryegrass: boon or bane? A review. Journal of Animal Science 73, S. 881-888.
- JUSTUS, M., L. WITTE UND T. HARTMANN, 1997: Levels and tissue-distribution of loline alkaloids in endophyte infected *Festuca pratensis*. Phytochemistry 44 (1), S. 51-57.
- KEOGH, R.G., 1973: Induction and prevention of ryegrass staggers in grazing sheep. New Zealand Journal of Experimental Agriculture 1, S. 55-57.
- LEWIS, G.C., 1994: Incidence of infection of grasses by endophytic fungi in the UK, and effects of infection on animal health, pest and disease damage, and plant growth. Bulletin OILB/srop 17 (1), S. 161-167.
- LEWIS, G.C., 1996: A review of research on endophytic fungi worldwide, and its relevance to European grassland, pastures and turf. Bulletin OILB/srop 19 (7), S. 17-25.
- LEWIS, G.C. UND R.O. CLEMENTS, 1986: A survey of ryegrass endophyte (*Acremonium loliae*) in the UK and its apparent ineffectuality on a seedling pest. J. agric. Science 107, S. 633-638.
- OLDENBURG, E., 1994: Occurrence of fungal endophytes in *Lolium perenne*. Bulletin OILB/srop 17 (1), S. 99-104.
- OLDENBURG, E., 1995a: Endophytische Pilze in Futtergräsern - Auswirkungen auf die Futterqualität. VDLUFA-Schriftenreihe 40, S. 481-484.
- OLDENBURG, E., 1995b: Alkaloid production in endophyte infected *Lolium perenne*. -In: Yield and Quality in Herbage Seed Production, Third International Herbage Seed Conference, Halle (Saale), Germany, June 18-23, S. 448-452.

- OLDENBURG, E., F. WEISSBACH, H. VALENTA, M. HÖLTERSINKEN UND D. RATTAY, 1997: Einfluß von endophytinfiziertem und alkaloidhaltigem Deutschen Weidelgras auf die Gewichtsentwicklung und die Gesundheit von Schafen. Berichtsband 19. Mykotoxin Workshop, München, 2.-4. Juni 1997, im Druck.
- PATERSON, J., C. FORCHERIO, B. LARSON, M. SAMFORD UND M. KERLEY, 1995: The effects of fescue toxicosis on beef cattle productivity. *Journal of Animal Science* 73, S. 889-898.
- PFANNMÖLLER, M., S. EGGESTEIN UND W. SCHÖBERLEIN, 1994: Endophytes in European varieties of *Festuca* species. *Bulletin OILB/srop* 17 (1), S. 105-110.
- PORTER, J.K., 1995: Analysis of endophyte toxins: Fescue and other grasses toxic to livestock. *Journal of Animal Science* 73, S. 871-880.
- PRESTIDGE, R.A., 1993: Causes and control of perennial ryegrass staggers in New Zealand. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 44, S. 283-300.
- RICCIONI, L., V. MONOPOLI UND M. ODOARDI, 1994: Endophytic fungi in tall fescue in Italy. *Bulletin OILB/srop* 17 (1), S. 127-130.
- SCHMIDT, D., 1991: Les endophytes de la fétuque des prés. *Revue suisse Agric.* 23 (6), S. 369-375.
- SCHÖBERLEIN, W., S. EGGESTEIN UND M. PFANNMÖLLER, 1995: Effects of endophyte-infected varieties of *Festuca pratensis* on seed production. -In: *Yield and Quality in Herbage Seed Production*, Third International Herbage Seed Conference, Halle (Saale), Germany, June 18-23, S. 438-442.
- SIEGEL, M.R., 1993: *Acremonium* endophytes: our current state of knowledge and future directions of research. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 44, S. 301-321.
- SIEGEL, M.R., G.C.M. LATCH UND M.C. JOHNSON, 1987: Fungal endophytes of grasses. *Ann. Rev. Phytopathol.* 25, S. 293-315.
- SIEGEL, M.R., G.C.M. LATCH, L.P. BUSH, F.F. FANNIN, D.D. ROWAN, B.A. TAPPER, C.W. BACON UND M.C. JOHNSON, 1990: Fungal endophyte-infected grasses: Alkaloid accumulation and aphid response. *Journal of Chemical Ecology* 16 (12), S. 3301-3315.
- VALENTINE, S.C., B.D. BARTSCH UND P.D. CAROLL, 1993: Production and composition of milk by dairy cattle grazing high and low endophyte cultivars of perennial ryegrass. -In: *Proceedings of the Second International Symposium of Acremonium/Grass Interactions*, Hume, D.E., G.C.M. Latch und H.S. Easton (Hrsg.), S. 138-141, Ag Research Centre, Palmerston North, New Zealand.
- VAN HEESWICK, R. UND G. McDONALD, 1992: *Acremonium* endophytes in perennial ryegrass and other pasture grasses in Australia and New Zealand. *Aust. J. Agric. Res.* 43, S. 1683-1709.

Einfluß des Genotyps auf das Überwinterungsverhalten und die Ertragsbildung von Weißklee

Stefanie Puzio, Friedhelm Taube und Alois Kornher

Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Christian-Albrechts-Universität Kiel

1. Einleitung

Als Leguminose des Dauergrünlands ist der Weißklee in den gemäßigten Breiten ertragslimitierenden Streßfaktoren wie niedrigen Temperaturen, Sommertrockenheit und intensiver Beweidung ausgesetzt (RHODES et al. 1994). Aus futterbaulicher und pflanzenbaulicher Sicht ist ein Weißkleeanteil von 30 % des Jahrestrockenmasseertrages erstrebenswert, der jedoch bei kalter Winter- und Frühjahrswitterung oftmals nicht erreicht wird. Hinsichtlich der Streßtoleranz besteht eine große genetische Variabilität und es wurden kältetolerante Sorten gezüchtet, die sich durch aktives Blattwachstum auch bei niedrigen Temperaturen auszeichnen. Damit soll für Weißklee, der im Frühjahr oft gegenüber dem schneller wachsenden Grasparterner benachteiligt ist, ein zügiger Ertragszuwachs gewährleistet sein. Zur Prüfung der genotypischen Unterschiede hinsichtlich der Überwinterungsfähigkeit und der Ertragsbildung von Weißklee wurden in einem Feldversuch vier Sorten im Gemenge mit Deutschem Weidelgras bei simulierter Weidenutzung verglichen.

2. Material und Methoden

Der Versuch wurde in den Jahren 1994 bis Winter 1996/97 auf den Versuchsflächen des Instituts für Pflanzenbau- und Pflanzenzüchtung der Universität Kiel durchgeführt. Das Versuchsgut Hohenschulen befindet sich im östlichen Hügelland Schleswig-Holsteins auf sandig-lehmigen Braunerden mit Bodenpunkten zwischen 50 und 55. Die Jahrestemperatur und Niederschlagssumme liegt im langjährigen Mittel bei 7.8 °C bzw. 720 mm. Die Witterung der Versuchsjahre war durch extreme Trockenperioden gekennzeichnet, die im Sommer 1996 außerdem von unterdurchschnittlichen Temperaturen begleitet wurden.

Der Versuch wurde als Blockanlage mit dreifacher Wiederholung im Frühjahr 1994 angelegt. Die Aussaat erfolgte als Gemenge mit 2 kg/ha Weißklee (*Trifolium repens* L.) und 23 kg/ha Dt. Weidelgras (*Lolium perenne* L.). Als Weißkleesorten wurden die mittelgroßblättrigen Sorten Milkanova, Huia und AberHerald sowie die großblättrige Sorte N.F.G. Gigant ausgewählt. Als Gemengepartner kam die mittelspäte Dt. Weidelgrassorte Preference und die späte Sorte Vigor hinzu. Die Bestände erhielten in jedem Frühjahr 25 kg N/ha. Die Parzellen bestanden aus jeweils 6 Schnittserien (Teilparzellen), von denen vier für die Datenerhebung im Sommer und die restlichen zwei für das Winterprogramm zur Verfügung standen. Die Beprobung im Winter erfolgte je nach Witterungsbedingungen von November bis April/Mai einmal im Monat. Während der Vegetationsperiode wurden die winterlich beprobten Flächen fünf mal genutzt.

Zur Beschreibung des jahreszeitlichen Produktionsverlaufs wurde die Methode von CORRALL und FENLON (1978) angewendet. Hierfür wurden die vier Schnittserien während der Vegetationsperiode alle vier Wochen mit einer einwöchigen Zeitverschiebung beerntet. Aus den Enderträgen der vier Schnittserien wurden mittlere tägliche Wachstumsraten berechnet und durch Mittelung dieser über ein gleitender Zuwachsverlauf gebildet. Durch die gleitende Mittelwertbildung kommt es zu einem Ausgleich von kurzfristigen Ertragsschwankungen und damit zu einer Verdeutlichung möglicher Sortenunterschiede. Es läßt sich somit das Ertragsprofil verschiedener Sorten über das Jahr bei simulierter Weidenutzung betrachten.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Morphologische Entwicklung und Reservestoffhaushalt im Winter

3.1.1 Entwicklung von Knospen, Blättern und Stolonen

Die Überdauerung und das Wachstum von Weißklee sind besonders von der Stolonenentwicklung und -verzweigung sowie von der Knospen- und Blattbildung abhängig. (HARRIS et al. 19983, FRAME et al., 1986). Um die Sorteneffekte hinsichtlich dieser Morphologieparameter zu verdeutlichen, sind die Ergebnisse für die einzelnen Versuchsjahre als Mittel über die Termine (November bis April/Mai) in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Tab. 1: Mittlere Sortenunterschiede ausgewählter morphologischer Parameter im Winterhalbjahr 1994-1997/Mittel von 2 Grassorten; s: Standardabweichung

Blattgewicht (g/m²)

	AberHerald	Huia	Milkanova	Gigant	Signifikanz	s
1994/95	22.64	21.62	24.66	16.66	* *	2.02
1995/96	23.78	9.02	20.84	18.07	***	2.23
1996/97	27.76	23.05	29.15	22.93	n.s.	2.67

Blattanzahl/m²

1994/95	3984	5004	4390	2674	***	362.78
1995/96	2590	1791	2027	1437	***	285.98
1996/97	3778	4925	4798	3142	*	482.55

Knospengewicht (g/m²)

1994/95	16.19	13.55	17.22	13.57	n.s.	1.82
1995/96	25.85	10.79	20.43	18.36	***	2.65
1996/97	20.04	17.48	22.05	17.21	n.s.	2.14

Stolonengewicht (g/m²)

1994/95	65.55	39.74	62.28	38.95	***	5.67
1995/96	165.43	89.21	133.42	137.31	***	9.8
1996/97	195.85	96.70	169.29	142.38	***	16.08

Stolonenlänge (m/m²)

1994/95	62.18	62.56	61.06	30.24	**	7.16
1995/96	144.25	114.50	73.02	53.70	***	7.32
1996/97	141.77	107.40	129.17	89.10	*	11.67

Stolonengewicht/Länge (g/m)

1994/95	1.068	0.634	1.006	1.248	***	0.052
1995/96	1.264	0.691	1.071	1.538	***	0.041
1996/97	1.4	0.91	1.3	1.61	***	0.043

In allen drei Jahren fallen AberHerald und Milkanova durch das größte Blatt- und Knospengewicht auf. Huia bildet zwar, mit Ausnahme im Extremjahr 1996, zahlreiche Blätter, hat jedoch eine geringere Blattfläche, was dann im Blattgewicht zu einem eher niedrigen Niveau führt. Für Gigant mit geringer Blattanzahl aber großen Blättern verhält es sich ähnlich. Voraussetzung für die Knospen- und Blattentwicklung ist die Überwinterung der Stolonen. Nach dem extrem kalten Winter 1995/96 kommt es zu starken Kälteschäden, die besonders

bei Huia zu einem Rückgang der Trockenmassegewichte führen. AberHerald und Milkanova zeichnen sich, weniger durch den Frost gestreßt, durch das signifikant höchste Stolonengewicht sowie die längsten Stolonen aus. Zwischen diesen Sorten gibt es kaum absicherbare Unterschiede, während Gigant und Huia hinsichtlich der sortenprägenden Merkmale wie Stolonengewicht pro Längeneinheit und Stolonenlänge signifikant verschieden sind.

Der witterungsbedingte Unterschied zwischen den Jahren wird außer bei den Sorten auch im zeitlichen Verlauf deutlich. Das Blattgewicht nimmt außer im ersten Jahr von Winterbeginn bis zum Winterende (Februar/März) hin ab, um im Frühjahr bei höheren Temperaturen und mit Zunahme der Strahlungsintensität deutlich wieder anzusteigen (Abb. 1). Hierbei fällt die Sorte Milkanova durch einen Verlust des Blattgewichtes im Winter 1995/96 von über 90 % (AberHerald 81 %, Huia 98 %, Gigant 80%) auf, sie erreicht jedoch im Frühjahr die signifikant höchste Blattmasse im Vergleich zu Huia und Gigant. Dieses frühe aktive Blattwachstum ist ein Sortenmerkmal von Milkanova (HAYCOCK et al. 1982) und wurde auch in den anderen beiden Jahren beobachtet. Die Stolonenentwicklung verläuft in Abhängigkeit der Bestandesetablierung und der Temperatur für die Jahre sehr verschieden. Unabhängig von Klimaeinflüssen fällt das Jahr 1994/95 durch ein niedriges Trockenmasseniveau der Stolonen auf. Der Weißklee befindet sich während dieser Zeit noch in der Etablierung, d.h. die Stolonenverzweigung hat ihr Maximum noch nicht erreicht und ebensowenig auch die Bildung der Terminalknospen sowie letztlich der Blätter. Der Rückgang der Stolonenmasse in den Jahren 1995/96 und 1996/97 ist nicht ausschließlich auf einen Verlust an Stolonen durch Frosteinwirkung zurückzuführen. Ein besseres Maß um dies zu prüfen, ist die Stolonenlänge, bei der es 1995/96 zu Verlusten zwischen 26 % (Milkanova) und 77 % (Huia) kommt. Die Abnahme des Stolonengewichtes 1996/97 ist dagegen nicht durch eine Verringerung der Stolonenlänge, sondern durch den Verbrauch von Reservestoffen bedingt (COLLINS et al. 1991).

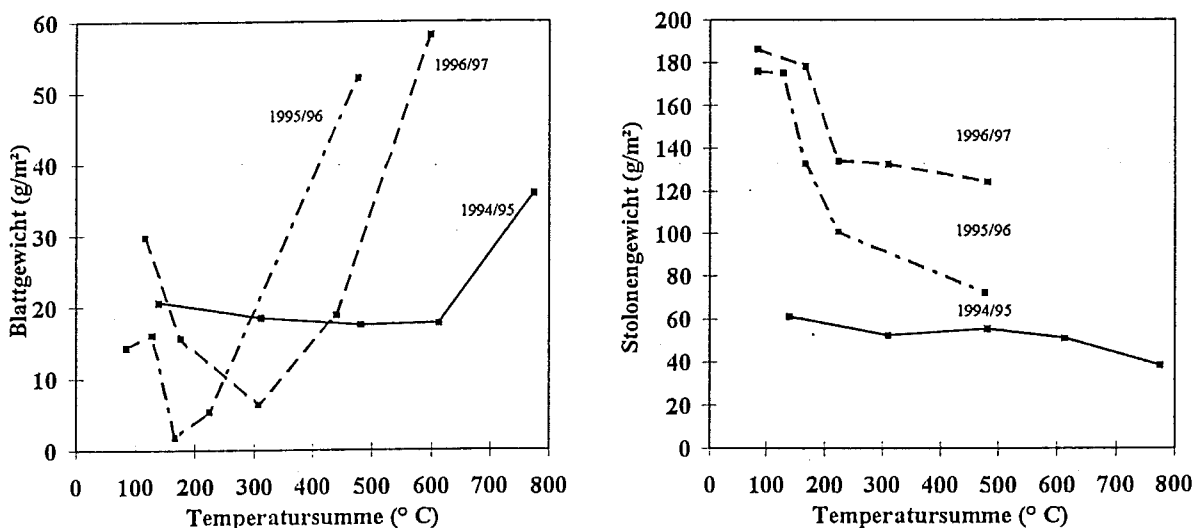


Abb. 1: Entwicklung des Blatt- und Stolonengewichts (g/m^2) in Abhängigkeit von der Temperatursumme ($^{\circ}\text{C} > 0^{\circ}\text{C}$) von November bis April/Mai (1994 bis 1997); Mittel von 2 Grassorten.

3.1.2 Verlauf der Reservekohlenhydrate

Neben den Stolonen gelten auch die in ihnen lokalisierten Reservekohlenhydrate (NSKH) als wichtiger Einflußfaktor auf die Kälteresistenz (LEVITT, 1980). Es wurde daher der Gehalt an Nichtstrukturkohlenhydraten (NSKH) und wasserlöslichen Kohlenhydraten untersucht. Bei allen vier Sorten nimmt der NSKH-Gehalt im Verlauf des Winters in allen drei Versuchsjahren

ab (Abb. 2). Es treten jedoch hinsichtlich der Akkumulation im Herbst und der Konzentration im Frühjahr signifikante Sortenunterschiede auf. Huia weist die niedrigsten NSKH-Gehalte während der gesamten Beobachtungszeit auf, während die anderen Sorten sich nur minimal unterscheiden. Die NSKH-Verluste in den Wintern 1994/95 und 1996/97 liegen im Vergleich zu 1995/96 durchschnittlich 7 bis 11 % höher. Die Abnahme verläuft dabei entsprechend dem niedrigen Ausgangsniveau im Herbst für Huia am schwächsten. Die schwache NSKH-Akkumulation im Herbst ist möglicherweise auf das geringe Stolonengewicht pro Länge der Sorte Huia zurückzuführen. Nach COLLINS (et al. 1995) besteht ein positiver Zusammenhang zwischen dem Stolonengewicht pro Länge und dem NSKH-Gehalt.

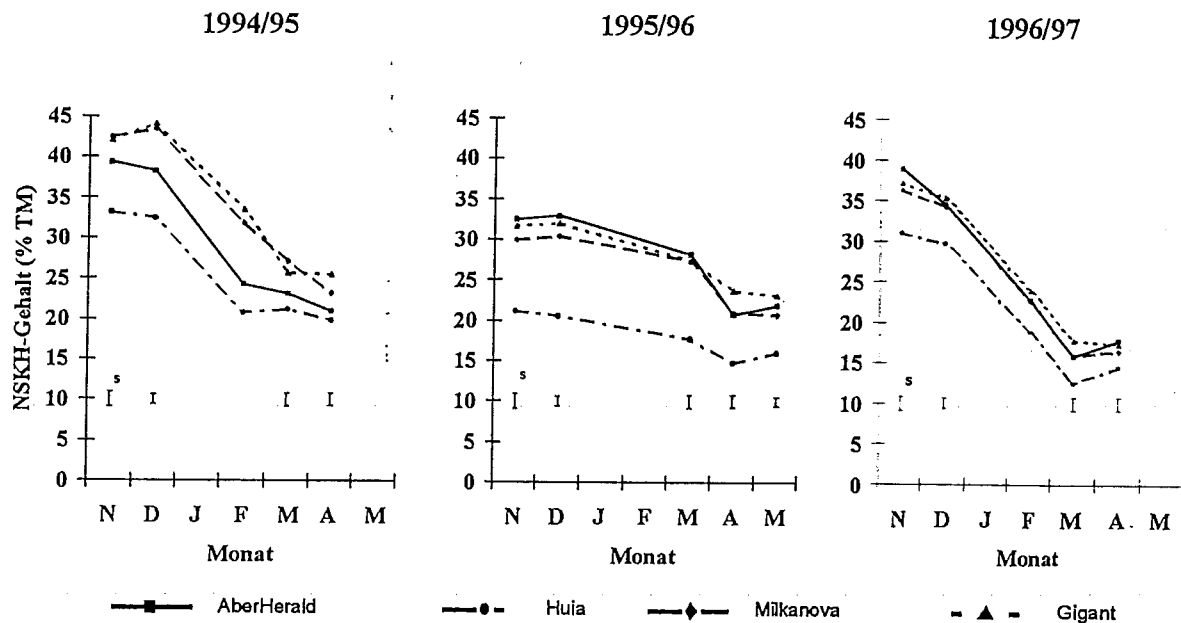


Abb. 2: Verlauf des Nichtstrukturkohlenhydratgehaltes (% TM) von vier Weißkleearten in den Monaten November bis April/Mai 1994-1997; Mittel von 2 Grassorten, s: Standardabweichung.

3.2 Einfluß der morphologischen Merkmale und der Reservestoffe auf den Frühjahrsertrag

Um den Einfluß der untersuchten Parameter auf die Ertragsbildung im Frühjahr zu prüfen, wurden Regressionsrechnungen zwischen den morphologischen und physiologischen Merkmalen und dem Ertrag des 1. Aufwuchses durchgeführt. Zusammenfassend ist festzustellen, daß der Frühjahrsertrag signifikant bei einem Bestimmtheitsmaß von 0,25 bis 0,41 mit der Stolonmenge vor allem im Februar und April korreliert ist. Ebenso haben das Blatt- /Blattstielgewicht ($r^2 = 0.39$ bis 0.50) sowie die Knospenmenge ($r^2 = 0,35$ bis $0,60$) einen signifikanten Einfluß auf den Ertrag. Dies trifft jedoch bei keinem Parameter für das Jahr 1994/95 zu. Es ist anzunehmen, daß durch die noch stattfindende Etablierung die Wirkung der einzelnen Merkmale zu schwach ist, um signifikante Effekte hervorzurufen. So berichtet RHODES (1991) von einer abnehmenden Beziehung zwischen Stolonlänge und jährlichem Kleeertrag bei einer Stolonlänge unter 100 m/m^2 . Für die Folgejahre ergeben sich Unterschiede hinsichtlich des Einflusses der Reservestoffe. Während der Ertrag 1996 höchst signifikant von den NSKH-Gehalten an allen Terminen beeinflusst wird, kann dieser Zusammenhang für 1995 und 1997 nicht festgestellt werden. Im Winter 1996/97 und auch 1994/95 erfolgt die Stolonentwicklung möglicherweise unabhängig von den Reservestoffen. Dies wird durch die fehlende Korrelation zwischen NSKH-Gehalt und Stolonlänge in diesen Jahren bekräftigt. Aufgrund der milden Witterung werden die Reservestoffe zur Energiebereitstellung veratmet, so daß es zur Verringerung der NSKH-Konzentration und

dadurch zur Abnahme des Stolonengewichtes kommt (COLLINS et al. 1995). Das Wachstum stagniert jedoch nicht wie im Winter 95/96, wo die Nichtstrukturkohlenhydrate anscheinend für die Frostabhärtung von Bedeutung waren. Dies wird unter anderem durch einen anfänglichen Anstieg der Zucker, welche die Frostresistenz fördern (LÜSCHER, 1989), bestätigt. In den anderen beiden Jahren wird dieser Anstieg nicht beobachtet. Wirken Stolonmenge und Reservestoffgehalt auf den Ertragszuwachs im Frühjahr, so bedeutet dies, daß Sorten wie AberHerald, Milkanova und Gigant gegenüber Huia im Vorteil sind. Ob dieser Vorteil in höhere Kleeerträge umgesetzt wird, soll anhand der Zuwächse während der Vegetationsperiode dargestellt werden.

3.1 Zuwachs während der Vegetationsperiode

Der Produktionsverlauf des Weißklee wurde aufgrund der starken Witterungsschwankungen zwischen und innerhalb der Jahre in Wachstumsabschnitte unterteilt. Entsprechend des Blütenanteils am Kleetrockenmasseertrag wurde die Vegetationszeit in die Abschnitte Frühjahrswachstum (Woche 17 - 21), generatives Wachstum (Woche 22 - 35) und Herbstwachstum (Woche 36 - 42) unterteilt. Für das Jahr 1997 liegen bis auf den 1. Aufwuchs keine weiteren Ertragshebungen vor.

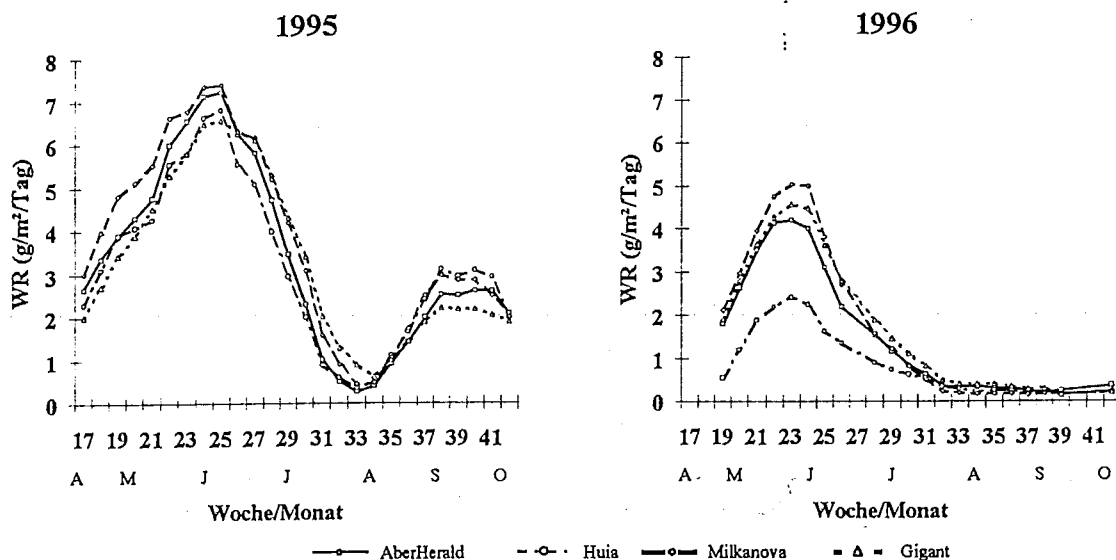


Abb. 3: Tägliche Wachstumsraten (WR) von vier Weißkleearten während der Vegetationsperiode 1995 und 1996; Mittel von 2 Grassorten.

Tab. 2: Signifikanzniveaus der Faktoren Kleesorte (K), Grassorte (G), Termin (T) und der Interaktion K x T für die saisonalen täglichen Wachstumsraten des Weißklee.

Jahr Wachstums- abschnitt	1995		1996			
	I	II	I	II	III	III
K	**	**	***	***	n.s.	**
T	***	***	***	***	***	***
K x T	n.s.	***	n.s.	***	n.s.	*

Im Frühjahrswachstum zeichnet sich Milkanova 1995 durch signifikant höhere Wachstumsraten im Vergleich zu den übrigen Sorten aus und erreicht damit auch den höchsten Jahresertrag. Nur die Sorte AberHerald nähert sich Ende Mai den Werten von Milkanova an. Während der generativen Phase sind noch ansteigende Raten zu verzeichnen, die nach einem Maximum Ende

Juni stetig abnehmen. Im Herbst fällt besonders Gigant durch geringe Wachstumsraten auf, jedoch erreichen beim letzten Schnitt Ende Oktober alle Sorten ein gleiches Niveau. Das Jahr 1996 ist zunächst durch höchst absicherbare Effekte der Sorte Huia auffällig. Infolge eines kalten Winters und der ungünstigen Startbedingungen im Frühjahr liegen die Wachstumsraten bis zum Herbst weit unter denen der übrigen Sorten und dementsprechend fällt der Jahresertrag dieser Sorte am geringsten aus. Nach einem Anstieg der Wachstumsraten im Frühsommer ist dieses Jahr durch kontinuierlich abnehmende Werte bei allen Sorten gekennzeichnet. Im Herbst findet aufgrund der extremen Trockenheit quasi kein Zuwachs mehr statt.

Tab. 3: Jahrestrockenmasserträge (dt/ha) für Klee gras und Klee 1995 und 1996. Mittel von 2 Grassorten.

Jahresertrag (dt/ha)	1995		1996	
	Gesamt	Klee	Gesamt	Klee
AberHerald	106,9	62,9	46,6	22,9
Huia	107,6	59,5	40,1	12,4
Milkanova	113,8	70,6	49,2	25,9
Gigant	105,2	61,2	50,3	25,5
GD 0,05	7,6	6,7	6,5	5,8

4. Schlußfolgerung

Bei milder Witterung im Winter sind die Sortenunterschiede hinsichtlich der morphologischen Entwicklung äußerst gering. Dennoch spiegeln die während der Vegetationsperiode festgestellten genotypischen Unterschiede diejenigen der Morphologie im Winter wider. Dies wird besonders für Milkanova deutlich, der eine zügige Blattentwicklung im Frühjahr in einen entsprechend höheren Jahresertrag umsetzt. Die Ertragsdifferenzen spielen sich jedoch in einem so engen Bereich ab, daß auch für Gigant und besonders für die Sorte Huia bei günstigen Witterungsbedingungen ein durchaus hohes Ertragspotential vorhanden ist. Unter längerer Frosteinwirkung wird die Entwicklung der Pflanzenorgane stark beeinträchtigt, wobei die Sorte Huia besonders geschädigt wird. Ein niedriges Reservestoffniveau im Herbst sowie hohe Stolonenverluste führen zu einer Schwächung der Population, die in einem signifikant niedrigeren Jahresertrag im Vergleich zu den übrigen Sorten resultiert. Sowohl Milkanova und AberHerald als auch Gigant bewegen sich hinsichtlich der Morphologieparameter Blatt- und Stolonengewicht sowie der Reservestoffe auf einem ähnlichen Niveau. Absicherbare Unterschiede im Zuwachs werden daher nicht beobachtet. Es kann in dieser Studie kein durchschlagender Effekt der auf Kältetoleranz gezüchteten Sorte AberHerald nachgewiesen werden. Im Vergleich zur Sorte Huia wird jedoch deutlich, daß die auf Frostresistenz und zeitiges Frühjahrswachstum ausgelegten Zuchtziele sich im Zuwachs des Weißklee während der Vegetationsperiode verwirklichen.

5. Literatur

- COLLINS, R.P., M. J. GLENDINING and I. RHODES, 1991: The relationships between stolon characteristics, winter survival and annual yields in white clover (*Tyfolium repens* L.). Grass and Forage Science 46, 51-61.
- CORRAL, A. J. and J. S. FENLON, 1978: A comparative method for describing the seasonal distribution of production from grasses. Journal of Agricultural Science Cambridge 91, 61-67.
- FRAME, I. and P. NEWBOULD, 1986: Agronomy of white clover. Advances in Agronomy 40, 1-88.
- HARRIS, W. I. RHODES & S. S. MEE, 1983: Observations on environmental and genotypic influences on the overwintering of white clover. Journal of Applied Ecology 20, 609-624.
- HAYCOCK, R. and J. H. OLLERENSHAW, 1982: Winter survival and spring growth of white clover cultivars at an upland site in northern England. Journal of Agricultural Science Cambridge 98, 471-473.
- LÜSCHER, A., 1989: Überwinterung und Frühlingsaufwuchs von Weißklee - Dynamik der Kohlenhydratreserven und der biolog. N₂-Fixierung. Dissertation Nr. 8977, ETH Zürich.
- RHODES, I., R. P. COLLINS, D. R. EVANS, 1994: Breeding white clover for tolerance to low temperature and grazing stress. Euphytica, 77, 239-242.

Düngeverordnung und bodennahe Gülleausbringung

von Johann B. Rieder

1. Problemstellung

Die Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen - kurz Düngeverordnung genannt - legt in § 3, Abs. 2 fest, daß beim Ausbringen von Gülle, Jauche oder flüssigem Geflügelkot Ammoniakverflüchtigung insbesondere durch bodennahe Ausbringung soweit wie möglich zu vermeiden ist. Hierzu wurden von der landtechnischen Industrie unterschiedliche Verfahren entwickelt, die vor allem in großen Ackerbaubetrieben zum Einsatz kommen. Zu nennen sind hier die Schleppschlauch- und Schleppschuhverteilung sowie die Gülleinjektion direkt in den Boden. Diese Ausbringtechniken werden beispielsweise in Bayern als „förderungsfähig“ anerkannt und mit 4,- DM/m³ ausgebrachten Flüssigmistes bezuschusst (maximal 120,- DM/ha einbezogener LF). Auf Dauergrünland sind sie jedoch nicht frei von Problemen. Diese liegen zum einen in den hohen Anschaffungskosten, der Narbenbelastung durch die hohen Gewichte und den hohen Zugkraftbedarf, zum anderen aber auch darin, daß Rindergülle immer auch organische Bestandteile enthält, die entweder separiert oder zerkleinert werden müssen.

Daß die Reduzierung der Ammoniakemission aus der Viehhaltung auf das technisch unvermeidbare Maß eine Aufgabe der Landwirtschaft ist, steht in Anbetracht der Ammoniakmengen, die beim Gülleausbringen an die Atmosphäre abgegeben werden können, außer Frage (PAASS u. KÜHBAUCH, 1992). Die Wirkungspfade des Ammoniaks in der Atmosphäre sind von GRÜNHAGE und JÄGER (1992 und 1994, hier auch umfangreiche Literaturangaben) sehr eingehend beschrieben. Wie die Ammoniakfreisetzung durch verfahrenstechnische Maßnahmen reduziert werden kann, wurde von GRONAUER (1993) und von DOSCH (1996) untersucht. Eine verfahrenstechnische Bewertung der bislang auf Grünland üblichen Ausbringtechniken wurde von BOXBERGER et al. (1994) vorgenommen. Es stellt sich die Frage, ob die neuen Ausbringtechniken auch aus pflanzenbaulicher Sicht Vorteile gegenüber der praxisüblichen Breitverteilung bringen. Hierzu werden die bisherigen Ergebnisse eines Gülleverteilungsversuches vorgestellt.

2. Material und Methoden

Der Versuch wird am Spitalhof/Kempton auf einer intensiv genutzten Weidelgras-Weißkleeweide durchgeführt bei einer Höhenlage von 730 m über NN und mittleren Jahresniederschlägen von 1280 mm. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 7 °C. Als Bodenart liegt ein schluffiger Lehm vor, der mit Steinen durchsetzt ist und bodentypologisch als Parabraunerde mit leichter Pseudovergleyung einzuordnen ist.

Die Düngung erfolgt mit betriebseigener Gülle, die vor jedem Ausbringen beprobt wird. Im Mittel von 54 Einzelproben weist sie folgende Gehaltswerte auf:

pH-Wert: 7,4
TS-Gehalt: 3,8
Gesamt-N: 2,1 kg/m³
Ammonium-N: 0,9 kg/m³
Phosphat: 0,77 kg P₂O₅/m³
Kali: 3,1 kg K₂O/m³

Der Versuch wurde 1993 angelegt. Derzeit sind vier Versuchsjahre ausgewertet. Es werden folgende Gülleverteilingssysteme untersucht:

1. Schleppschlauch mit Gülleablage 0,5 m über dem Boden
2. Breitverteilung, drucklos über Kaskade 0,4 m über dem Boden
3. Schleppschlauch am Boden
4. Druckfaß mit Prallkopfverteilung (Breitverteilung)

Zu diesen Verteilungsvarianten kommt noch ein 5. Versuchsglied mit reiner Minereraldüngung. Die Höhe der N-Düngung ist an die N-Gabe angepasst, die über die Gülledüngung ausgebracht wird. Auf dieser Variante werden an mineralischer Grunddüngung 80 kg P₂O₅/ha und 250 kg K₂O/ha ausgebracht. Bei viermaliger Nutzung sollten zu jedem Schnitt 30 m³ Gülle/ha ausgebracht werden. Eine Gülledüngung von insgesamt 120 m³/ha und Jahr liegt natürlich weit über den Empfehlungen zur Gülledüngung, doch in diesem Falle erscheint dies zum schnelleren Erkennen von spezifischen Wirkungen der Ausbringtechnik gerechtfertigt.

3. Ergebnisse

Die tatsächlich ausgebrachten Güllemengen wurden durch Wiegen der Geräte vor und nach dem Ausbringen bestimmt. Die Sollvorgabe von 30 m³ Gülle/ha konnte nicht eingehalten werden. Meist lagen die ausgebrachten Güllemengen im Bereich von 25 bis 27 m³/ha. Unter Berücksichtigung der Streuung der TS-Gehalte der Gülle wurden je Einzelgabe 40 bis 60 kg N/ha ausgebracht. In Tabelle 1 sind zunächst die TM-Erträge der Versuchsjahre angegeben.

Tabelle 1: Erträge der Gülleausbring-Varianten in dt TM/ha der Jahre 1993 - 1996

Jahr	Schleppschlauch 0,5 m über Boden	Breitverteilung drucklos Kaskade	Schleppschlauch am Boden	Druckfaß Prallkopf	mineral. Düngung
1993	121,1 *	113,1	114,3	113,3	115,3
1994	111,1	109,9	101,9	101,3	95,9
1995	97,8	94,4	99,0	99,0	102,4
1996	95,0	95,3	95,7	95,5	97,9
Mittel	106,2	103,2	102,7	102,3	102,9

* durch technischen Fehler eine Gabe mit 60 m³/ha

In Anbetracht des Ausbringfehlers darf die leichte Überlegenheit der Versuchsvariante „Schleppschlauch mit Gülleausbringung 0,5 m über der Narbe“ nicht überbewertet werden. Insgesamt zeigt sich, daß zwischen den einzelnen Ausbringtechniken keine Differenzen bestehen. Der Grund liegt sicherlich im geringen TS-Gehalt der Gülle. Dies führt auch dazu, daß zwischen den Güllevarianten und der Minereraldüngervariante keine Ertragsunterschiede bestehen. Betont werden muß nochmals, daß über die Versuchsjahre hinweg auf Nährstoffgleichheit in der N-Düngung geachtet wurde. Es ergibt sich somit ein Wirkungsgrad des Güllestickstoffes von 100 %.

Ob und in welchem Ausmaß die einzelnen Ausbringungsverfahren die Futterqualität und die Energiedichte beeinflußt haben, ist in den Tabellen 2 und 3 dargestellt. In Tabelle 2 sind zunächst die Rohprotein- und Rohfasergehalte für die einzelnen Nutzungen angegeben.

Tabelle 2: Rohprotein- und Rohfasergehalte in % TS für die Ausbringvarianten im Mittel der Jahre 1993 - 1996

Schnitt	Schleppschlauch 0,5 m über Boden		Breitverteilung drucklos Kaskade		Schleppschlauch am Boden		Druckfaß Prallkopf		mineral. Düngung	
	RP*	RF**	RP	RF	RP	RF	RP	RF	RP	RF
1	13,6	23,9	14,6	23,4	14,0	23,5	14,4	22,5	12,2	22,8
2	14,6	23,0	14,6	22,5	14,7	23,3	14,6	22,7	14,8	23,6
3	14,9	23,6	15,4	23,3	15,2	23,6	15,4	23,7	15,1	23,0
4	16,5	18,2	16,8	19,7	16,5	19,6	16,4	18,3	15,2	19,4

* RP = Rohprotein

** RF = Rohfaser

Die Rohproteinwerte liegen insgesamt gesehen auf einem niedrigen Niveau. Dies gilt insbesondere für die Mineraldüngervariante. Dies ist jedoch keine Frage der Höhe der N-Düngung, sondern eine Frage der Nutzungshäufigkeit. Für den Standort Spitalhof stellt eine viermalige Nutzung eines Weidelgras-Weißkleebestandes eine zu geringe Nutzungsintensität dar. Angebracht wäre eine fünfmalige Nutzung gewesen. Qualitativ kann nur der vierte Aufwuchs entsprechen. In der Fütterung von Hochleistungskühen müßte eine zusätzliche Proteinversorgung über zusätzliche Eiweißfuttermittel erfolgen. Dies umso mehr, wenn noch werbungsbedingte Verluste berücksichtigt werden.

Tabelle 3: Energiedichte in MJ (NEL)/kg TM für die Ausbringvarianten im Mittel der Jahre 1993 - 1996

Schnitt	Schleppschlauch 0,5 m über Boden	Breitverteilung drucklos Kaskade	Schleppschlauch am Boden	Druckfaß Prallkopf	mineral. Düngung
1	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3
2	5,8	5,9	5,9	5,9	5,9
3	5,8	5,8	5,8	5,8	6,0
4	6,1	6,1	6,1	6,0	6,1

Auch auf die Energiedichte des Futters blieb die Art der Gülleausbringung ohne jeglichen Einfluß. Auch hier deuten die Energiedichten des zweiten und der folgenden Aufwüchse darauf hin, daß die Nutzungshäufigkeit mit vier Schnitten pro Jahr zu niedrig liegt.

Aus pflanzenbaulicher Sicht ist der N-Saldo der einzelnen Ausbringverfahren von besonderem Interesse. Er gibt - allerdings nur indirekt - Hinweise, ob sich gasförmige Ammoniakverluste auf den N-Entzug über das Erntegut auswirken. Da keine direkten NH₃-Emissionsmessungen vor Ort vorgenommen werden konnten, ist die Saldierung ein indirekter Weg, Verluste zu erfassen. In Tabelle 4 sind die entsprechenden N-Salden errechnet.

Tabelle 4: N-Salden der einzelnen Ausbringvarianten der Gülle im Mittel der Jahre 1993 - 1996

Verfahren	N-Zufuhr kg/ha	N-Entzug kg/ha	N-Saldo kg/ha
Schleppschlauch 0,5 m über Boden	200	246	-46
Breitverteilung, drucklos Kaskade	200	248	-48
Schleppschlauch am Boden	200	242	-42
Druckfaß, Prallkopf	200	243	-43
Mineraldüngung	200	240	-40

Nach vier Jahren Güllendüngung mit insgesamt 16 Einzelgaben ergeben sich im Mittel der Jahre praktische identische N-Salden von minus 40 bis minus 50 kg/ha. Daraus kann keine Präferenz eines bestimmten Ausbringverfahrens abgeleitet werden.

4. Diskussion der Ergebnisse

In Modell- und in Feldversuchen ist nachgewiesen, daß die Höhe der Ammoniakverflüchtigung von einer Reihe von Parametern wie pH-Wert der Gülle, TS-Gehalt der Gülle, Ammoniumgehalt der Gülle, Lufttemperatur und Windgeschwindigkeit abhängig ist (GRONAUER, 1993; BRASCHKAT et al., 1997). Die Summenwirkung dieser Einflußgrößen wird für Dauergrünland mit einer NH_3 -Emission von 7 bis 99,6 % der ausgebrachten NH_4 -N-Menge angegeben (MANNHEIM, 1997). In Anbetracht dieser Bandbreite der NH_3 -Verluste sind staatliche Fördermaßnahmen zur bodennahen und damit umweltschonenden Gülleausbringung zu begrüßen. Es bleibt jedoch die Frage, ob diese Verfahren der Gülleausbringung, die mit hohen Applikationskosten, einer aufwendigen Technik und einem hohen Zugkraftbedarf verbunden sind, aus pflanzenbaulicher Sicht unter Praxisbedingungen zu einer noch effizienteren Ausnützung des Güllestickstoffes führen. Rein theoretisch müßte dies der Fall sein, wenn die NH_3 -Emissionen gegen Null abgesenkt werden. Die experimentellen Arbeiten zur Untersuchung der Ammoniakabgasung lassen diesbezüglich keine Aussagen zu, da pflanzenbauliche Kenngrößen wie Trockenmasseertrag und N-Gehalt des Futters nicht untersucht wurden. Zudem sind diese Untersuchungen nicht in das Nutzungssystem des Betriebes integriert.

In einem dreijährigen Praxisversuch mit 5 Nutzungen/Jahr und einer Güllendüngung von 20 m^3/ha zu jeder Nutzung haben HILZENSAUER und PFEIFFER (1997) beim Vergleich von Schleppschuh und Prallteller bezüglich des Ertrages keinen Vorteil des Schleppschuhs gefunden. Im Mittel der drei Jahre wurde beim Schleppschuh ein Ertrag von 98,8 dt TM/ha und beim Prallteller ein solcher von 110,4 dt TM/ha ermittelt. Der Minderertrag beim Schleppschuh über alle Aufwüchse und Jahre wurde mit der Ätzwirkung im Gülleband erklärt, obwohl der mittlere TS-Gehalt der Gülle mit 4,2 % als niedrig zu bezeichnen ist (Gesamtstickstoff 2,2 kg N/ m^3 Gülle mit 56 % Anteil an NH_4 -N).

Bei einem ebenfalls dreijährigen Vergleichsversuch von Gülle-Injektion und Prallkopfverteilung in Aulendorf (1996) konnte ein Einfluß des TS-Gehaltes der Gülle festgestellt werden. Bei einem TS-Gehalt der Gülle von 7,9 % brachte der Prallkopf mit 116,8 dt TM/ha gegenüber der Gülle-Injektion mit 123,3 dt TM/ha einen etwas geringeren Ertrag (-5,3 %). Mit einer „dünnen Gülle“ mit 4,9 % TS lagen die Erträge dagegen weitgehend gleich. In diesem Versuch konnte auch erstmals der negative Einfluß der Injektion auf die Ertragsfähigkeit der Grasnarbe nachgewiesen werden. Im dreijährigen

Mittel brachte Injektion ohne Gülle und ohne sonstige Düngung einen Ertrag in 84,1 dt TM/ha gegenüber 99,4 dt TM/ha ohne Düngung und ohne Narbenverletzung (-15,4 %). Bei niedrigen Ammoniumgehalten der Gülle (1,2 kg NH₄-N/m³) fand GRONAUER (1993) keinen für die Praxis bedeutsamen Einfluß der Wurfweite der Gülle. Sowohl beim Vertikalverteiler mit einer Wurfweite von 3,6 bis 3,9 m wie auch beim Prallteller mit einer Wurfweite von 12,5 m und einem Gülleregner mit Wurfweiten von 19 bis 25,5 m lagen die Ammoniakemissionen im Bereich von 2,4 bis 3,8 % der ausgebrachten NH₄-N-Mengen. Werden diese Ergebnisse zu Grunde gelegt, dann ist es auch erklärbar, daß beim dargestellten Versuch keine nachhaltigen Einflüsse der Ausbringtechnik festgestellt werden konnte.

Dieser vierjährige und die zitierten dreijährigen Versuche von HILZENS AUER und PFEIFFER (1997) und aus Aulendorf zeigen ein gemeinsames Ergebnis. Über den mehrjährigen Feldversuch lassen sich Vorteile der bodennahen Gülleausbringung über Schleppschlauch, Schleppschuh und Gülle-Injektion nicht darstellen. Bei der Ausbringung von dünnflüssiger Gülle ergeben sich weder ertragliche Vorteile noch eine höhere Stickstoffeffizienz über die N-Saldierung.

5. Zusammenfassung

Am Spitalhof in Kempten wurden in einem vierjährigen Versuch mit viermaliger Schnittnutzung und Güllendüngung zu jedem Aufwuchs der Einfluß unterschiedlicher Verfahren der Gülleausbringung hinsichtlich des TM-Ertrages und der N-Saldierung untersucht. Folgende Ausbringsysteme werden eingesetzt: Schleppschlauch mit Gülleausbringung 0,5 m über dem Boden, drucklose Breitverteilung über eine Kaskade, Schleppschlauch mit Gülleausbringung direkt am Boden, ein Druckfaß mit Prallköpfen. Hinzu kam noch eine Mineraldüngervariante mit analoger N-Düngung zur Gülle. Die eingesetzte Gülle wies einen TS-Gehalt von 3,8 % aus und ihr Gesamt-N-Gehalt betrug 2,1 kg N/m³. Im Mittel wurden mit jeder Gabe 26 m³/ha Gülle ausgebracht. Bei weitgehender N-Gleichheit wurden im Mittel der Jahre über die Mineraldüngung 102,9 dt TM/ha und Jahr erzielt. Die Erträge der Güllevarianten lagen im Bereich von 102,3 bis 106,2 dt TM/ha und Jahr.

Kein Einfluß der Ausbringtechniken bestand auch hinsichtlich der Rohprotein- und Rohfasergehalte sowie der Energiedichte des Futters. Die N-Salden lagen ebenfalls mit -40 kg/ha (mineralische N-Düngung) bis -48 kg/ha bei druckloser Breitverteilung in einem engen Bereich.

Wird bei der Gülleausbringung auf einen niedrigen TS-Gehalt der Gülle geachtet, so lassen sich pflanzenbauliche Vorteile der aufwendigen bodennahen Gülletechniken nicht erkennen. Diese Ergebnisse decken sich mit ähnlichen Untersuchungen aus Aulendorf und dem württembergischen Allgäu.

Literaturverzeichnis

- BOXBERGER, J., T. AMON, A. GRONAUER und J. RIEDER, 1944: Verfahren zur Flüssigmistausbringung auf Grünland, umweltverträgliches Flüssigmistmanagement, Teil IV, Bayer. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Gelbes Heft 54
- BRASCHKAT, J., Th. MANNHEIM and H. MARSCHNER, 1997: Estimation of ammonia losses after application of liquid cattle manure on grassland, Z. Pflanzenernährung Bodenkunde 160, 117-123
- DOSCH, P., 1996: Optimierung der Verwertung von Güllestickstoff durch Separiertechnik und kulturartenspezifische Applikationstechniken, Dissertation TU-München, Weihenstephan
- GRONAUER, A., 1993: Einflußfaktoren auf die Ammoniakfreisetzung aus Flüssigmist als Grundlage verfahrenstechnischer Verbesserungen, Dissertation TU-München, Weihenstephan
- GRÜNHAGE, L. und H.-J. JÄGER, 1992: Auswirkungen luftgetragener Stoffe auf ein Grünlandökosystem - Ergebnisse siebenjähriger Ökosystemforschung - Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 128
- GRÜNHAGE, L. und H.-J. JÄGER, 1994: Auswirkungen luftgetragener Stoffe auf ein Grünlandökosystem - Ergebnisse siebenjähriger Ökosystemforschung - Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 143
- HILZENSAUER, H. und E. PFEIFFER, 1997: Prallteller kontra Schleppschuh, Bayer. Landw. Wochenblatt, 187, Nr. 9, 22-24
- MANNHEIM, Th., J. BRASCHKAT und H. MARSCHNER, 1997: Computergestützter Schätzrahmen zur Ermittlung und Verminderung von Ammoniakemissionen nach Flüssigmistausbringung, Z. Pflanzenernährung Bodenkunde 160, 133-140
- MÜLLER, W., 1996: Tätigkeitsbericht für den Zeitraum 1995-1996 der Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltg. und Grünlandw. (LVVG) Aulendorf
- PAASS, F. und W. KÜHBAUCH, 1992: Ammoniakverluste nach Gölledüngung auf Dauergrünland. Bericht Arbeitsgemeinschaft für Grünland und Futterbau, Eichhof, 144-159.

Die Vegetation von wiedervernässtem Niedermoorgrünland am Rande der Pritzerber Laake

I. Baeck, H.-G. Lorey

Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue

1. Einführung und Methodik

Das von Entwässerungsgräben durchzogene Untersuchungsgebiet liegt südöstlich von Rathenow am östlichen Ende der Pritzerber Laake, zwischen Seelensdorfer und Pritzerber Heide.

Niedermoorgrünland wurde in der DDR großflächig entwässert und intensiv genutzt. Im Jahre 1990 beschreibt KNAPP das Untersuchungsgebiet folgendermaßen: "Die im Norden angrenzenden Luchniederungen wurden 'komplex melioriert'. Die einstmals für brandenburgische Luchgebiete charakteristischen Wiesen wurden dadurch in artenarme Grasäcker umgewandelt, die inzwischen auf weiten Flächen zu Queckenfluren degradiert sind."

In der Pritzerber Laake selbst waren jedoch noch wertvolle naturnahe Erlenwälder vorhanden. Zu deren Schutz und zur Renaturierung des Grünlandes entstand ein Projekt zur Wiedervernässung der meliorierten Wiesenflächen. Vom Planungsbüro für Garten- und Landschaftsgestaltung in Brieselang wurden 1993 Grundschwellen und Grabenverfüllungen in die Gräben eingebracht und durch den Einbau zusätzlicher Stauwehre bessere Möglichkeiten für die Regulierung des Wasserhaushaltes geschaffen.

Die Grundwasserstände erhöhten sich deutlich. Bei einem Geländeniveau von 28...29,5 m über NN sind die tiefer liegenden Bereiche während der Wintermonate überflutet. In der Vegetationszeit liegt das Grundwasser etwa 50 cm unter Flur (20...70 cm, je nach Geländeniveau).

Landwirtschaftlich werden die Grünlandflächen jetzt als zweischürige Mähwiesen extensiv genutzt (1. Mahd: nach dem 15. Juni, 2. Mahd: September). Auswirkungen der veränderten Grundwasserverhältnisse und Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Pflanzenbestände werden im folgenden untersucht.

Das Untersuchungsgebiet wurde Anfang August 1995 kartiert. Die Ergebnisse der Vegetationsaufnahmen sind in der Abbildung zeichnerisch dargestellt.

2. Ergebnisse

2.1. Artenreichtum

Die Flächen sind mäßig artenreich (durchschnittlich 33 Arten je Fläche). Bedingt durch die Wiedervernässung konnten sich 14 in Brandenburg gefährdete bzw. stark gefährdete Arten überwiegend nasser bis feuchter Standorte ansiedeln (z.B.: *Stellaria palustris*, *Veronica scutellata*, *Cnidium dubium*, *Veronica longifolia* und *Achillea ptarmica*).

2.2. Pflanzengesellschaften

Die Abgrenzung verschiedener Pflanzengesellschaften war schwierig. So waren beispielsweise Arten der Röhrichte, der Flutrasen und der Feuchtwiesen in nahezu allen Aufnahmen vorhanden, ausgenommen die trockeneren Untersuchungsflächen. Die auf den einzelnen Flächen dominierenden Arten wurden daher zur entscheidenden Grundlage der Zuordnung zu verschiedenen Vegetationseinheiten.

Klasse: Phragmitetea (Röhrichte und Großseggensümpfe)

Einen großen Teil des Gebietes nehmen Röhrichte und Großseggensümpfe ein. Hier wiederum haben die *Phalarideten* (Rohrglanzgras-Röhrichte) den größten Anteil. Andere Flächen sind stark durch *Carex acutiformis*, *Carex gracilis*, *Phragmites australis* bzw. *Glyceria fluitans* geprägt.

Diese Pflanzenbestände der nassen Standorte sind mehr oder weniger stark mit Arten feuchter Standorte durchsetzt. So finden sich hier Arten der *Agrostieten* (*Elytrigia repens*, *Ranunculus repens*, *Rumex crispus*, *Poa trivialis*, *Carex hirta* u.a.) ebenso wie solche der *Molinieten* (*Holcus lanatus*, *Deschampsia cespitosa*, *Lychnis flos-cuculi*, *Lythrum salicaria*, *Juncus effusus* u.a.).

Klasse: Agrostietea (Flutrasen und feuchte Weiden)

Mit Ausnahme der trockeneren Bereiche findet man Arten dieser Gesellschaftsgruppe auf nahezu allen Untersuchungsflächen. Auf einigen Flächen hat sich *Ranunculus repens* sehr stark ausgebreitet, der auch als Störzeiger lückiger feuchter Rasengesellschaften gilt. Auf Grund seiner hohen Regenerationsfähigkeit (ROSENTHAL, 1992) kann er nach dem Zusammenbruch von Grünlandbeständen entstandene Lücken sehr schnell besiedeln. Die Art bedeckte bereits im vergangenen Jahr weite Bereiche.

Im Vergleich zum Vorjahr fällt auf vielen Flächen eine Zunahme von *Glyceria fluitans* auf. Nach PETERSEN (1988) tritt er vor allem auf nassen Überschwemmungsstandorten auf, sobald Nährstoff- und Sauerstoffangebot für *Phalaris arundinacea* und *Glyceria maxima* nicht mehr ausreichen.

Gleichzeitig haben sich hier neben Arten der *Phragmiteten* vor allem auch solche der *Molinieten* eingefunden.

Klasse: Molinio-Arrhenatheretea (Grünland-Gesellschaften)

Auf den eher feuchten Bereichen finden sich neben Arten der *Molinieten* (Feuchtwiesen und Bachuferfluren) auch solche der *Phragmiteten* und *Agrostieten* mit zum Teil höheren Deckungsgraden. Arten der *Arrhenathereten* (gedüngte Frischwiesen und -weiden) sind hier nicht zu finden.

Den *Arrhenathereten* wurden die Pflanzenbestände auf einigen Höhenrücken zugeordnet. Typische Arten wie *Phleum pratense*, *Taraxacum officinale*, *Achillea millefolium*, *Dactylis glomerata*, und *Veronica chamaedrys* sind hier anzutreffen.

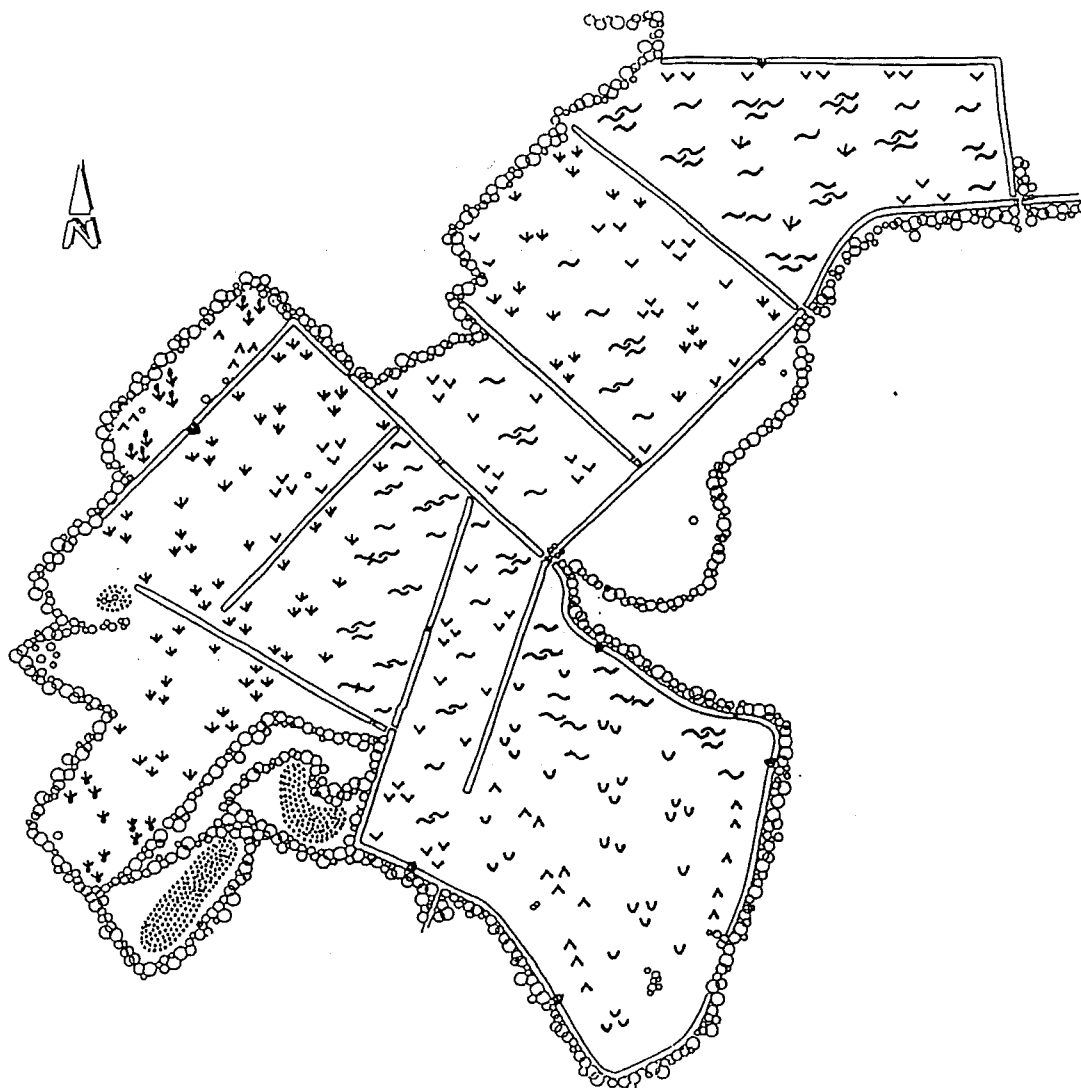
Klasse: Agropyretea (halbruderale Quecken-Trockenrasen)

Auf einem etwas erhöhten Sandrücken waren *Bromus inermis* und *Elytrigia repens* dominant. Hier finden wir die von KNAPP beschriebenen, zu Queckenfluren degradierten, ehemals intensiv genutzten Grünlandflächen. Nicht zuletzt deuten darauf noch mehrere Arten der *Molinio-Arrhenathereten* hin.

Klasse: Sedo-Scleranthetea (Sandtrockenrasen)

Die trockensten Bereiche am Waldrand weisen bereits zu den *Sedo-Sclerantheten* (Sandtrockenrasen: *Armeria maritima*, *Galium verum*, *Trifolium campestre*) mit Tendenz zum *Dianthus armerietum* (Grasnelkenflur, KRAUSCH 1959) bzw. den *Nardo-Calluneten* (Borstgras- und Heidekraut-Gesellschaften: *Calluna vulgaris*, *Hieracium pilosella*) hin.

Nach FISCHER, KUMMER und PÖTSCH (1994/1995) sind Sandtrockenrasen auf höher gelegenen Flächen in der Havelaue weit verbreitet.



<i>Pflanzengesellschaft</i>		<i>Futterwert</i>
↓	Rohrglanzgras-Röhricht	4...5
↓	Sumpfschilf-Röhricht	1...2
∨	Schlankseggen-Röhricht	1
~	Flutrasen und feuchte Weiden	< 3...4
^	Feuchtwiesen und Bachuferfluren	< 3
∇	gedüngte Frischwiesen und -weiden	6...7
∪	halbruderale Quecken-Trockenrasen	< 6
⊙	Sand-Trockenrasen	4...6
○	Baum	
≡	Meliorationsgraben	
⌌	Grundschwelle	
⌌	Grabenverfüllung oder Rohrdurchlaß	

Maßstab 1: 50 000

Abb. : Pflanzengesellschaften und Futterwertzahlen nach KLAPP (1965)

2.3. Futterwert

Nur auf den Höhenrücken sind futterbaulich wertvolle Arten der **Frischwiesen und -weiden** wie Wiesenlieschgras und Knaulgras noch häufig. Durch die verspätete Ernte wird ihr Wert stark gemindert.

Hohe Anteile von Wehrloser Trespe und Quecke bedingen den geringeren Futterwert der **Halbruderalen Quecken-Trockenrasen**.

Die Futterqualität der **Rohrglanzgrasbestände** auf tiefer liegenden Bereichen ist nur dann noch recht gut, wenn die Ernte vor dem Rispschieben erfolgt. Nässebedingt ist dies jedoch nicht immer möglich.

Nicht nur auf den **Flutrasen** und **Feuchtwiesen** kam *Ranunculus repens*, eine schwach giftige Hahnenfußart, flächendeckend vor. Er wird jedoch von Schneidwerken kaum erfaßt und ist im getrockneten Zustand ungiftig. Oft war die Art mit dem geringwertigen Flutenden Schwaden vergesellschaftet. Auf den Feuchtwiesen kamen außerdem noch minderwertigere Arten wie Rauschschmiele, Flatterbinse sowie verschiedene Seggen in beachtlichen Mengen vor.

Seggenröhrichte sind für die Tierernährung kaum von Wert.

3. Zusammenfassung

Durch die veränderte Bewirtschaftung ist eine vielfältigere Vegetationsgemeinschaft entstanden. Zu den Ansaatarten gesellten sich standorttypische Wildarten von geringerem landwirtschaftlichem Wert. Zusätzlich verschlechtert der späte erste Schnitt den Futterwert des Erntegutes drastisch. Jedoch hat der Artenreichtum den ökologischen Wert der Pflanzenbestände erhöht, deren Entwicklung weiter verfolgt werden sollte.

Literatur

FISCHER, W.; KUMMER, V.; PÖTSCH, J.: Zur Vegetation des Feuchtgebietes internationaler Bedeutung (FIB) Untere Havel, Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg, H. 4/1994, H. 1/1995: 12 - 18

KLAPP, E.: Grünlandvegetation und Standort, Parey Verlag, Berlin und Hamburg 1965

KNAPP, H. D.: Die Seelensdorfer Heide bei Brandenburg, Gleditschia 18, 1990: 37 - 63 und 285 - 307

MINISTERIUM für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (Hrsg.): Gefährdete Farn- und Blütenpflanzen, Algen und Pilze im Land Brandenburg - Rote Liste, Potsdam 1993

OBERDORFER, E.: Pflanzensoziolog. Exkursionsflora, 7. Aufl., Ulmer Verlag, Stuttgart 1994

PETERSEN, A.: Die Gräser als Kulturpflanzen und Unkräuter auf Wiese, Weide und Acker, 6. Auflage, Berlin 1988

ROSENTHAL, G.: Erhaltung und Regeneration von Feuchtwiesen - eine erste Anleitung für die Praxis, Naturschutzforum 1/2, 1987/1988: 159 - 171

Bewertung von Grünlandstandorten nach Ertragspotential

Bartels, R. und B. Scheffer

Es wird zunehmend nach möglichst objektiven Maßstäben gesucht, das Dauergrünland in seinem Ertragspotential zu bewerten; z.B. werden solche Angaben für die Erstellung von Raumordnungsplänen benötigt, oder das Ertragspotential wird für die Bemessung von Ausgleichszahlungen in Naturschutzgebieten herangezogen. Dazu ist nicht das "natürliche" sondern das "öko-nomische" Potential gefragt.

Von den mannigfachen Faktoren, die den Ertrag und die Ertragsfähigkeit über die natürlichen Faktoren hinaus bestimmen, ist die Effizienz der Stickstoffversorgung der Kulturpflanzen eine wesentliche Einflußgröße, die zugleich ganz allgemein etwas über die Bewirtschaftungsintensität des Grünlandes aussagt.

Typische Niederungsstandorte Norddeutschlands im Vergleich

1. Niedermoor

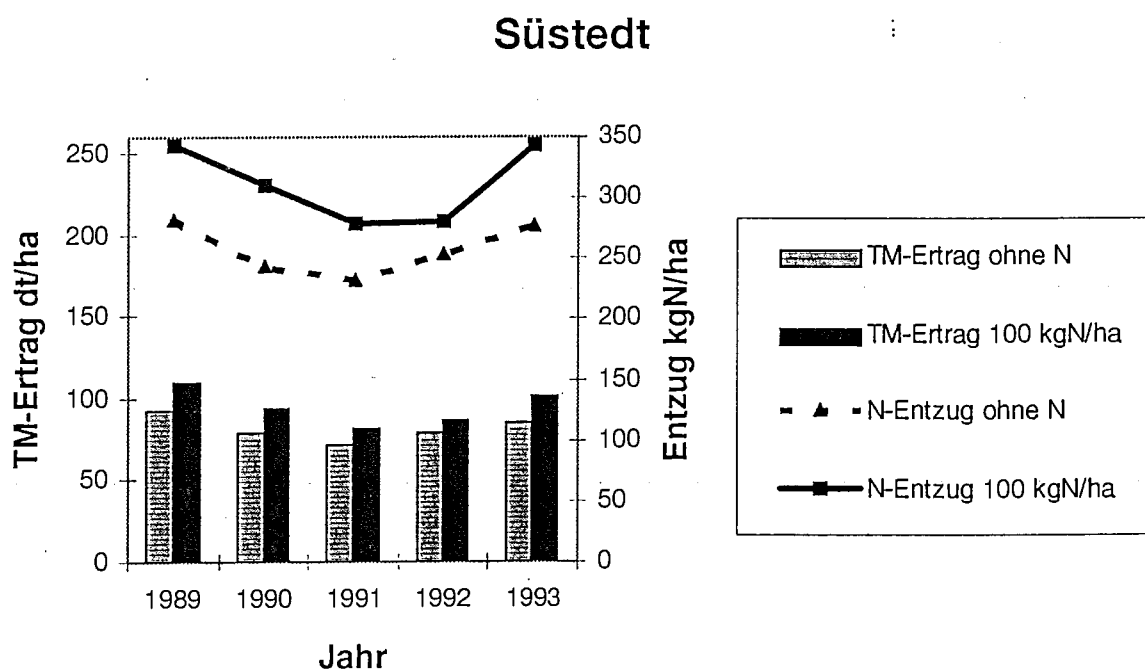


Abbildung 1: Stickstoffentzug auf Niedermoor

Die als Dauergrünland genutzten Niedermoorböden im Klimabereich der maritimen Flachlandregion zeichnen sich durch ein hohes Ertragspotential auch ohne N-Düngung aufgrund der hohen N-Mineralisation während der gesamten Vegetationsperiode aus. Wie aus langjährigen Beobachtungen in Feldversuchen hervorgeht, läßt sich der Ertrag mit 100kgN/ha nur um ca 15% erhöhen. Trotz des hohen N-Entzuges kommt es zu beträchtlichen N-Überschüssen in der Bilanzierung, die zu verstärkter Denitrifikation und N-Verlagerung in den Untergrund führen können. Mit zunehmendem Vererdungsgrad wird der Krumbereich der Moorböden zur Senke für Stickstoff.

Wie auch die N-min-Analysen zeigen, liegt besonders im Spätsommer und Herbst ausreichend pflanzenverfügbare Stickstoff vor, so daß der Düngerstickstoff lediglich im Frühjahr bei feuchten, kalten Böden noch relativ gut ausgenutzt wird.

Im Laufe der Jahre ist keine gesicherte Abnahme der N-Verfügbarkeit als Zeichen für eine N-Hagerung zu beobachten, weil der mineralisierte Stickstoff aus der Zersetzung in Abhängigkeit von Bodenfeuchte und -temperatur stetig nachgeliefert wird.

2. Hochmoor

Königsmoor

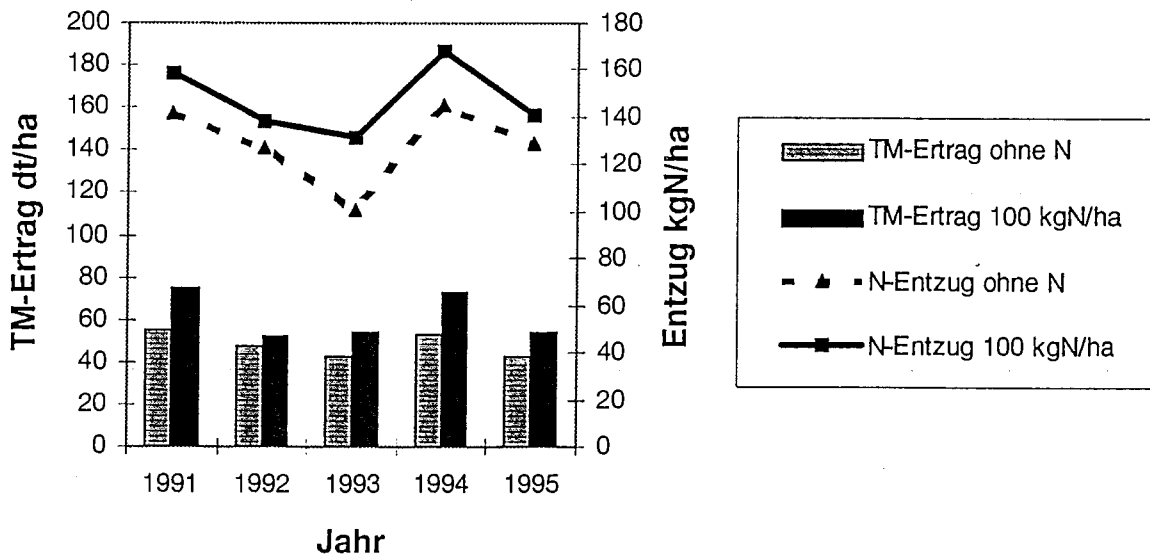


Abbildung 2: Stickstoffentzug auf Hochmoor

Hochmoorböden enthalten von Natur aus nur 1,0 bis 1,3 % TM Stickstoff, daher werden wesentlich geringere Mengen an Stickstoff bei der Zersetzung frei als bei Niedermoorböden, die zwischen 2,5 und 4,0% Stickstoff in der Trockenmasse enthalten.

In mehreren Feldversuchen auf Hochmoorgrünland konnte der TM-Aufwuchs ohne N-Düngung in den ersten 5 Jahren gleichbleibend bei durchschnittlich 42 dtTM/ha gehalten werden. Die N-Wirkung auf den Ertrag betrug - bei 100kgN/ha - zwischen 35 und 64%, es werden nur 20 bis 40% des Düngerstickstoffs durch den Aufwuchs entzogen. Für eine wirtschaftliche Nutzung des Hochmoorgrünlandes auch in Naturschutzgebieten ist dennoch eine geringe N-Düngung in Höhe von ca 100kgN/ha anzuraten.

Aßbüttel

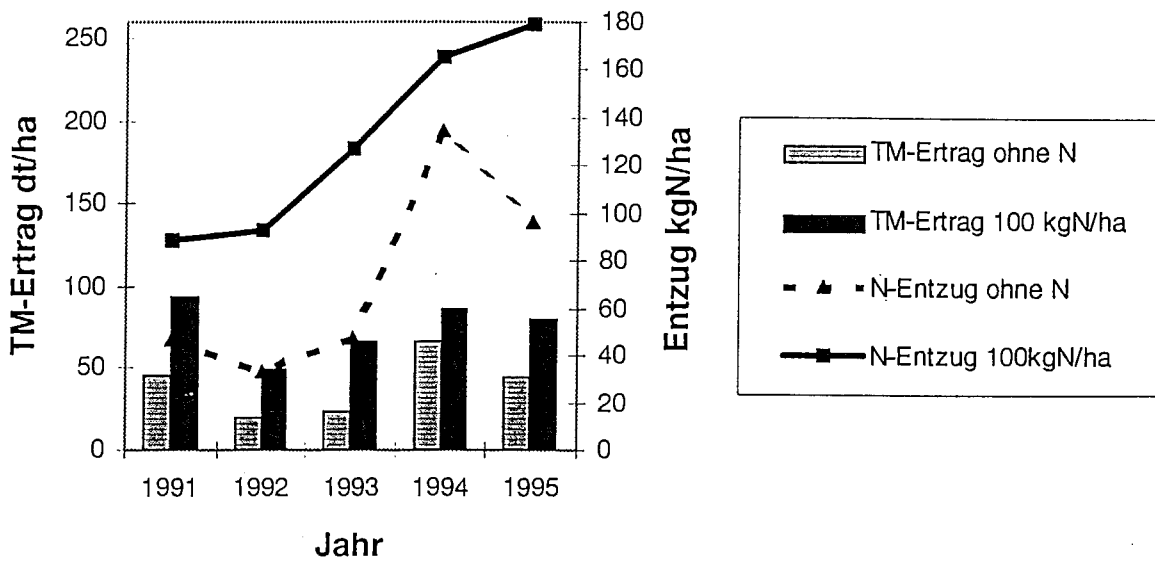


Abbildung 3: Stickstoffentzug auf Gley- Podsol

Der dominierende, ertragsbestimmende Faktor ist für humose Sandböden ähnlich wie für Hochmoorböden im Bodenwasserhaushalt zu suchen, daher bestimmt der mittlere Grenzflurabstand bei hohen GW-Ständen das Ertragspotential des Grünlandes entscheidend.

Umsetzungen im Boden haben bei humosen Sanden einen weitaus geringeren Einfluß auf den Stickstoffhaushalt, weil kein Stickstoff durch Zersetzung fossiler organischer Substanz nachgeliefert wird und auf Dauer der N-Gehalt der Krume sich nach dem standorttypischen Humusspiegel einstellt.

Der Stickstoff aus der Mineraldüngung läßt sich auf humosen, grundwassernahen Gley-Standorten durch Grünlandaufwuchs sehr gut ausnutzen. In einem 5jährigen Beispiel fanden sich 59% des Düngerstickstoffs im Aufwuchs wieder.

Schlußfolgerungen

Zur Beurteilung der Ertragsfähigkeit von Grünlandstandorten sind neben dem Grenzflurabstand und dem Bodentyp u.a. auch die Düngewirkung und Umsetzung des Stickstoffs heranzuziehen. Wirkung und möglichst hochgradige Aufnahme durch die Pflanzen sind abhängig von der jeweils standorttypischen N-Dynamik der grundwassergeprägten Standorte, sie bestimmen das "ökonomische" Ertragspotential dieser Grünlandstandorte.

Die N-Mineralisierung hängt vom Stickstoffpool in Humus resp. Moorboden ab und bestimmt dadurch teilweise das „natürliche“ Ertragspotential. Sie führt andererseits bei Anfall von nicht verwertetem Stickstoff zur Belastung der Standorte durch Denitrifikation und Nitratverlagerung in den Untergrund, dieses unwägbare, unkontrollierbare N-min - Angebot ist bei der Bewertung der Standorte zu berücksichtigen.

Um die nutzungsbedingte Belastbarkeit der Niederungsstandorte zu berücksichtigen, wird empfohlen, den Entzug durch die Pflanze bei einem Düngungsniveau von 100kg/haN als Kriterium für die N-Verwertung heranzuziehen.

Stickstofffixierleistung und Nutzungselastizität von Kleegrasmischungen im Feldfutterbau

von

Clara Berendonk und Anne Verhoeven

Landwirtschaftskammer Rheinland, Kleve

1. Einleitung und Problemstellung

Für alternativ wirtschaftende Betriebe ist Klee gras ein zentrales Fruchtfolgeglied, das sowohl zur Förderung der Bodenstruktur als auch vor allem zur Sicherung der Stickstoffversorgung der Fruchtfolge beiträgt, aber gleichzeitig auch ein Grundfutter mit hoher Energiekonzentration bereitstellen soll.

Die Arbeitsgemeinschaft der norddeutschen Landwirtschaftskammern (Schleswig-Holstein, Hannover, Weser-Ems, Westfalen-Lippe und Rheinland) empfiehlt Saatgutmischungen für den Ackerfutterbau für unterschiedliche Bewirtschaftungsintensitäten in standardisierter Zusammensetzung. Für extensive oder ökologische Produktionsverfahren stehen spezielle Standardmischungen aus Gräsern und Leguminosen zur Verfügung (ARBEITSGEMEINSCHAFT DER NORDDEUTSCHEN LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN, 1997).

Um diese Klee grasmischungen in ein nachhaltig leistungsfähiges Produktionsverfahren integrieren zu können, sind jedoch Angaben über die Stickstofffixierleistung der empfohlenen Klee grasmischungen sowie Vergleichszahlen über ihre Futterqualität erforderlich. Ziel des vorliegenden Versuches war es somit, die Stickstofffixierleistung der empfohlenen Mischungen zu quantifizieren und ihre Futterqualität bei variiert er Nutzungsfrequenz zu analysieren.

2. Material und Methoden

Die Untersuchungen konzentrierten sich auf die beiden Standardmischungen, die A3 plus W für die ein- bis zweijährige Nutzung und die A7 für die zwei- bis mehrjährige Nutzung, die neben den Vergleichsmischungen ohne Klee folgende Zusammensetzung aufwiesen:

Tabelle 1: Zusammensetzung der Saatgutmischungen in kg/ha

Nutzungsdauer: Kleebeimengung: Standardmischung:	ein- bis zweijährig		zwei- bis mehrjährig	
	mit Klee	ohne Klee	mit Klee	ohne Klee
	A3 plus W	A3	A7	---
Welsches Weidelgras	7,5	10,5		
Bastardweidelgras	5,0	7,0		
Deutsches Weidelgras	12,5	17,5	5,0	8,0
Wiesenschwingel			10,0	15,0
Lieschgras			5,0	7,0
Rotklee	6,0		6,0	
Weißklee	4,0		4,0	
insgesamt, kg/ha	35,0	35,0	30,0	30,0

Die Stickstofffixierleistung der beiden Mischungen wurde nach der Differenzmethode durch Vergleich der Stickstoffzüge jeweils der Mischungen mit Klee und ohne Klee ermittelt. Um

die Stickstofffixierleistung des Klees größenordnungsmäßig mit der Wirkung der mineralischen Düngung vergleichen zu können, wurde die Kontrollmischung ohne Klee auch mit einer Jahreshängergabe von 320 kg N/ha geprüft. Zur Feststellung der Nutzungselastizität wurden die Rohnährstoffgehalte bei 3 unterschiedlichen Nutzungsfrequenzen analysiert und der Gehalt an Nettoenergielaktation berechnet.

Der Versuch wurde in Kleve-Kellen am Niederrhein in 14 m Höhe auf einem sandigen Lehm (kalkhaltiger Brauner Auenboden) durchgeführt. Die Anlage des Versuches erfolgte am 16. August 1994. Die Ergebnisse der beiden Hauptnutzungsjahre 1995 und 1996 werden nachfolgend erläutert.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Stickstofffixierleistung

Im Mittel beider Versuchsjahre erbrachte die Mischung aus Welschem Weidelgras, Bastardweidelgras und Deutschem Weidelgras von den beiden Mischungen ohne Klee zwar die höchsten Erträge und Stickstoffentzüge, erreichte in der Mischung mit Klee jedoch nicht die Leistung der Kleeegrasmischung mit Deutschem Weidelgras, Wiesenschwingel und Lieschgras. Die Ursache hierfür liegt offenbar in dem um ca. 10 % niedrigeren Leguminosenanteil der Mischung mit Welschem Weidelgras, Bastardweidelgras und Deutschem Weidelgras begründet (siehe Tabelle 2). Die nach der Differenzmethode errechnete Stickstofffixierleistung des Klees lag im Mittel beider Jahre bei 2,8 kg N/dt Klee in der Mischung mit Welschem Weidelgras, Bastardweidelgras und Deutschem Weidelgras und bei 2,7 kg N/dt Klee in der Mischung mit Deutschem Weidelgras, Wiesenschwingel und Lieschgras. Die Fixierleistung des Klees wurde offensichtlich kaum von der Konkurrenz des Grasmischungspartners beeinflusst und erreichte folglich in beiden Mischungen nahezu gleiche Werte.

3.2. Nutzungselastizität

Die Nutzungselastizität der Kleeegrasmischungen ist besonders für den ersten Aufwuchs relevant, in dem der Futterwert am stärksten vom Nutzungstermin beeinflusst wird. Tabelle 3 zeigt, daß die Rohfasergehalte im ersten Aufwuchs zu allen Schnittterminen in den Mischungen mit Deutschem Weidelgras, Wiesenschwingel und Lieschgras höher liegen als in den Mischungen mit Welschem Weidelgras, Bastardweidelgras und Deutschem Weidelgras, und zwar um so deutlicher, je später die Nutzung erfolgt. Die Kleeegrasmischung mit Welschem Weidelgras, Bastardweidelgras und Deutschem Weidelgras zeigt hierbei eine deutlich höhere Nutzungselastizität und liefert selbst beim späten ersten Schnitt am 8. Juni mit einer Energiekonzentration von 6,4 NEL/kg TM einen ähnlich hohen Wert wie die Vergleichsmischung nur mit Gräsern bei frühem ersten Schnitt am 16. Mai mit einem Wert von 6,5 NEL/kg TM. In den Folgeaufwüchsen unterscheidet sich die Mischung aus Deutschem Weidelgras, Wiesenschwingel und Lieschgras nur unwesentlich im Energiegehalt von der Mischung aus Welschem Weidelgras, Bastardweidelgras und Deutschem Weidelgras. Dadurch resultieren deutlich geringere Unterschiede zwischen den Mischungen im Gehalt an Nettoenergielaktation bezogen auf den Gesamtjahresaufwuchs. Die Unterschiede zwischen den Mischungen sind umso geringer je häufiger genutzt wird. Die Ergebnisse zeigen jedoch, daß die Mischung mit Welschem Weidelgras, Bastardweidelgras und Deutschem Weidelgras von den beiden Kleeegrasmischungen die höhere Nutzungselastizität aufweist. Dieses Ergebnis ist insofern hervorzuheben, als die Mischung mit Deutschem Weidelgras, Wiesenschwingel und Lieschgras insgesamt einen um etwa 10 % höheren Kleeanteil aufweist als die Mischung mit Welschem Weidelgras, Bastardweidelgras und Deutschem Weidelgras und in beiden Mischungen durch die Kleebeimengung die Energiekonzentration im Aufwuchs erhöht wird im

Tabelle 2: Einfluß der Mischungszusammensetzung auf Ertrag, Kleeanteil und Stickstofffixierleistung im Mittel der Jahre 1995 und 1996

Zusammensetzung der Mischungen		Düngung kg N/ha	Ertrag dt TM/ha	% Kleeanteil		N-Menge im Aufwuchs kg N/ha	N-Fixier- leistung kg N/dt Klee
Graskomponente	Klee			Weiß- klee	Rot- klee		
Gräser der A3							
(Welsch. Weidelgr.,	ohne	320	135			235	
Bastardweidelgr.,	ohne	0	49			64	
Deutsch. Weidelgr.)	mit	0	109	19	43	253	2,8
Gräser der A7							
(Deutsch. Weidelgr.,	ohne	320	121			214	
Wiesenschwingel,	ohne	0	37			57	
Lieschgras)	mit	0	114	27	47	282	2,7

Tabelle 3: Einfluß von Mischungszusammensetzung und Nutzungsintensität auf Kleeanteil, Rohfaser- und Energiegehalt im Mittel der Jahre 1995 und 1996

Zusammensetzung der Mischungen		Düngung kg N/ha	Schnitt- zahl	% Kleeanteil		% Rohfaser im 1. Schnitt	MJ NEL/kg TM im	
Graskomponente	Klee			Weiß- klee	Rot- klee		1. Schnitt	Jahres- ϕ
Gräser der A3								
(Welsch. Weidelgr.,	ohne	320	5			22,9	6,5	6,0
Bastardweidelgr.,	mit	0	5	19	43	19,3	6,9	6,1
Deutsch. Weidelgr.)	mit	0	4	13	50	22,8	6,7	6,1
	mit	0	3	2	60	25,6	6,4	6,0
Gräser der A7								
(Deutsch. Weidelgr.,	ohne	320	5			22,3	6,5	5,9
Wiesenschwingel,	mit	0	5	27	47	21,7	6,6	6,1
Lieschgras)	mit	0	4	9	63	25,5	6,2	6,0
	mit	0	3	5	65	29,3	5,8	5,7

Vergleich zur reinen Grasmischung. Die geringere Nutzungselastizität der Mischung mit Deutschem Weidelgras, Wiesenschwingel und Lieschgras wird anscheinend durch die u. a. von t'HART (1967), WERMKE (1973) und WEYERSBERG (1979) festgestellten vergleichsweise hohen Rohfasergehalte des Wiesenschwingels verursacht.

4. Zusammenfassung

Für den Feldfutterbau unter extensiven Anbaubedingungen empfiehlt die Arbeitsgemeinschaft der norddeutschen Landwirtschaftskammern u. a. die Standardmischungen A3 plus W für die ein- bis zweijährige Nutzung und die Standardmischung A7 für die zwei- bis mehrjährige Nutzung. Im vorliegenden Versuch wurden die Stickstofffixierleistung und Nutzungselastizität dieser Mischungen analysiert. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. In der Standardmischung A3 plus W mit den konkurrenzstarken Gräserarten Welsches Weidelgras, Bastardweidelgras und Deutsches Weidelgras erzielte der Klee mit 2,8 kg N/dt Klee eine gleich hohe Fixierleistung wie in der Standardmischung A7 aus Deutschem Weidelgras, Wiesenschwingel und Lieschgras mit einer Fixierleistung von 2,7 kg N/dt Klee.
2. Der Leguminosenanteil bewegte sich in den Mischungen unabhängig von der Nutzungsfrequenz relativ konstant in der Standardmischung A3 plus W bei 60 % und in der Standardmischung A7 bei 70 %.
3. In dem Maße, in dem der Anteil des Rotklee bei zunehmender Nutzungsfrequenz abnahm, stieg der Anteil des Weißklee in beiden Mischungen an.
4. Durch die Beimengung der Leguminosen wurde der Energiegehalt in beiden Klee-Gras-Mischungen im Vergleich zu den reinen Grasmischungen erhöht.
5. Die Mischung A3 plus W wies eine deutlich höhere Nutzungselastizität auf als die Mischung A7.

Aus diesen Ergebnissen kann zusammengefaßt folgende Schlußfolgerung abgeleitet werden: Beim Vergleich der Stickstofffixierleistung des Klees erreichen beide Mischungen annähernd die gleiche Leistung, wobei allerdings die Standardmischung A7 die Leguminosenentwicklung etwas stärker begünstigt, wodurch sie eine höhere Gesamtmenge an Stickstoff zu fixieren vermag. Zur Erzielung einer hohen Futterqualität verlangt die Standardmischung A7 jedoch eine frühe erste Nutzung und eine hohe Schnittfrequenz, während die Standardmischung A3 plus W eine höhere Nutzungselastizität aufweist und auch bei viermaliger Nutzung noch eine nahezu unvermindert hohe Energiedichte im Aufwuchs liefert.

5. Literatur

- ARBEITSGEMEINSCHAFT DER NORDDEUTSCH. LANDWIRTSCHAFTSKAMMERN, 1997: Standardmischungen für den Ackerfutterbau.
- HART, M. L. t', 1967: Über den Einfluß von Düngung, Klima, Alter und genetischer Herkunft auf die chemische Zusammensetzung von Gras. Z. Acker- u. Pflanzenbau., 125, 47-56.
- WERMKE, M., 1973: Entwicklung und stoffliche Zusammensetzung bei Wiesenschwingel und Deutschem Weidelgras im Hinblick auf Konserviereignung, Verdaulichkeit und Nährwert. Landw. Forsch., 26, Sdh. 28 II, 246-259.
- WEYERSBERG, C., 1979: Einfluß ganzjähriger Bodenbeheizung auf Ertrag und Qualität einiger Gräserarten und -sorten in Abhängigkeit vom Stickstoffversorgungsgrad. Diss. Bonn.

Intensitätsstufen der Grünlandnutzung zur Orientierung für Naturschutzbehörden, Planungsbüros für Landschaftsgestaltung und Landschaftspflegeverbände

Renate Bockholt, Ursula Fuhrmann und Gottfried Briemle

Einleitung

Nach der Wiedervereinigung veränderte sich in den neuen Bundesländern weithin das Intensitätsniveau der Grünlandbewirtschaftung. Für die meisten Grünlandflächen erfolgte eine Reduzierung der Intensität. Es handelt sich um einen Vorgang, der noch nicht abgeschlossen ist.

Als Ursachen sind zu nennen:

- **drastische Reduzierung** des Rinderbestandes um 50% im Zusammenhang mit der Umstrukturierung der Landwirtschaftsbetriebe
- **Verlagerung** der intensiven Milchproduktion auf stallnahe fakultative Grünlandstandorte wegen gestiegener Anforderungen an Milchleistung und -qualität
- **Übergang** zahlreicher Grünlandbetriebe zum „Ökologischen Landbau“ mit Milch- oder Fleischproduktion, um Marktlücken zu schließen
- **Sicherung** großer Flächen als Nationalparks, Natur- oder Landschaftsschutzgebiete
- **Programme** zur Sanierung von Fließgewässern mit Auswirkungen auf das gesamte Grünland im Einzugsgebiet

All diese Rahmenbedingungen führen zu einer unterschiedlichen Verringerung der Bewirtschaftungsintensität. Dafür ist der Begriff „Extensivierung“ in aller Munde. „Extensiv“ und „intensiv“ werden als gegensätzliche Begriffe verwendet, ohne daß Zwischenstufen berücksichtigt sind: Extrem extensive Behandlung gilt unter dem Einfluß der Medien bei der nicht mit der Landwirtschaft verbundenen Bevölkerung in jeder Beziehung als erstrebenswert. Selbst einzelne Landwirte vertreten eine solche Meinung. Die Umweltrelevanz einzelner Maßnahmen wird bei abnehmender Intensität fälschlicherweise einheitlich positiv beurteilt und extreme Extensivierung wird manchmal mit naturschutzgerechter Grünlandbewirtschaftung verwechselt.

Zielstellung und Methoden

Die Zielstellung besteht darin, die Komplexität und mögliche Abstufung der Bewirtschaftungsintensität zu verdeutlichen. Die Bewirtschaftungsintensität wird in die wesentlichen Bewirtschaftungskriterien zerlegt, denen jeweils in 5 Intensitätsstufen Bewirtschaftungsmerkmale zugeordnet werden. Zu den Bewirtschaftungskriterien zählen 1. das Weideverfahren bei Weidenutzung, 2. die Schnittanzahl bei Wiesennutzung, 3. Maßnahmen der Düngung, 4. Maßnahmen der Narbenverbesserung und 5. Maßnahmen der Wasserregulierung.

Ausgangspunkt für die 5stufige Skala der Maßnahmen sind die Wasserverhältnisse, die von allen Standortfaktoren beim Grünland den größten Einfluß auf Vegetationsformen, Ertragsrelationen und die entscheidenden Nutzungsmöglichkeiten haben. Die ökologische Bodenfeuchte kann entweder über die Feuchtezahlen nach ELLENBERG (1991) bzw. FRANK u. a. (1988) oder über die Wasserstufen nach PETERSEN (1952) bzw. HUNDT (1964) nach Bewertung der aktuellen Vegetation bestimmt werden. Beide Varianten der Klassifizierung sind ineinander übertragbar und geben eine gute Orientierung für die mögliche Intensitätsstufe der Grünlandbewirtschaftung. Die Wasserstufe nach PETERSEN (1952) entspricht einer Zensur für die landwirtschaftliche Brauchbarkeit und ist von der Abstufung der Reichsbodenschätzung abgeleitet. Die Intensitätsstufen sollen darüber hinaus helfen, den Grad der Reduzierung der Bewirtschaftungsintensität getrennt nach Bewirtschaftungskriterien zu verdeutlichen.

Diskussion der Intensitätsstufen

Die Verringerung des Arbeits- und Materialaufwandes je ha landwirtschaftlicher Nutzfläche erfolgt durch Reduzierung oder Weglassen unterschiedlicher Maßnahmen (siehe Tabelle), deren Auswirkungen für den Ertrag und die Futterqualität differenziert sind. Auf allen Flächen gleichzeitig sehr extensiv zu wirtschaften ist dann nicht ratsam, wenn aus der landwirtschaftlichen Produktion noch ein Nutzen gezogen werden soll, weil die Möglichkeiten der Ausgleichszahlung begrenzt sind. **Landwirte, die ausschließlich in extrem reglementierten Naturschutzflächen wirtschaften, geraten bald mit den Naturschutzbestimmungen in Konflikt.** Weidebedingungen und Futterqualität sinken dann unter das Anspruchsniveau von noch produktionswirksamen Rindern und Schafen.

Bei Übergang von der sehr intensiven zur halbintensiven Wirtschaftsweise wird dagegen nur eine Ertragsreduzierung erreicht, während die Futterqualität auf einem noch guten Niveau gehalten werden kann. Erst durch Umstellung zur extensiven und sehr extensiven Wirtschaftsweise verändert sich auch die Futterqualität so gravierend, daß die Brauchbarkeit stark eingeschränkt ist.

Deshalb sollte die Planung der zukünftigen Bewirtschaftungsintensität von größeren Grünlandkomplexen standortgerecht, umweltbewußt, differenziert und damit noch praktikabel für die Landwirte erfolgen. Teilflächen mit im landwirtschaftlichen Sinne sehr gut und gut regulierten Wasserstufen 1 und 2 bzw. Feuchtezahlen 4 bis 6 sollte man wahlweise halbintensiv bis sehr intensiv, Teilflächen mit der Wasserstufe 3 (Feuchtezahlen 3 und 7) extensiv und Teilflächen mit den Wasserstufen 4 und 5 (Feuchtezahlen 1, 2, 8, 9) sehr extensiv bewirtschaften.

Im landwirtschaftlichen Sinne gut wasserregulierte Randflächen sollte man nicht unbedingt verändern wollen, denn sie lassen sich bei halbintensiver Nutzung ohne Gefahr für die Umwelt in der Regel futterwirtschaftlich gut mit Naturschutzflächen kombinieren. Große Grünlandkomplexe bieten die Chance, durch das Nebeneinander von halbextensiven, extensiven und sehr extensiven Bewirtschaftungsverfahren eine große Struktur- und Artenvielfalt zu erreichen.

Neben den in der Tabelle aufgeführten 5 Intensitätsstufen besteht noch die Möglichkeit des völligen Verzichtes auf Nutzung, also der Auflassung ehemals genutzter Teilflächen. Als Sukzessionsflächen kommen vorrangig die landwirtschaftlich am schlechtesten nutzbaren Wasserstufen 4 und 5 (Feuchtezahlen 1, 2, 8, 9) in Frage. Für diese muß anderenfalls, bei Beibehaltung landwirtschaftlicher Nutzung, die höchste Ausgleichszahlung gewährt werden. **Veränderungen von Häufigkeit und Zeitpunkt der Nutzung** müssen im Zusammenhang mit der Reduzierung von Wasserregulierung und Düngung Hauptinhalt von

Pflegekonzeptionen sein, da die Pflanzenbestände durch sie schnell und nachhaltig verändert werden können. Als Einzelmaßnahmen führen sie oft zu unerwünschten Effekten. Welche speziellen Arten durch Nutzungsänderung gefördert oder verdrängt werden können, läßt sich den Mahdverträglichkeitszahlen von BRIEMLE u. ELLENBERG (1994) entnehmen. Nicht auf bestimmte bereits vorhandene Pflanzen gerichtete Restriktionen in Landschaftsschutzgebieten oder die im Ökologischen Landbau gewählten Maßnahmen sollten, wenn Ertragsmaximierung als Zielstellung für die Grünlandbewirtschaftung ausfällt, in bezug auf die Nutzung im Einklang mit den jeweiligen Wasserverhältnissen liegen.

Nur das in benachbarten Wasserstufen befindliche aus Trockenrasen, Magerrasen und Feuchtgrünland entstandene Intensivgrünland kann kurzfristig wieder renaturiert werden. **Wegen des noch vorhandenen Samenvorrates im Boden sollten für die Renaturierung solche Teilflächen ausgewählt werden, deren Meliorationsmaßnahmen jüngeren Datums sind.** Grabenentwässerung und Grabenpflege gehören in den Wasserstufen 1 bis 3 (Feuchtezahlen 3 bis 7) zu den unbedingten Notwendigkeiten. Auf Maßnahmen wie An- und Einstau, die der Wasserrückhaltung in Grünlandgebieten dienen, sollte bei vorhandenen Stauanlagen in den Wasserstufen 1 und 2 nicht verzichtet werden.

Zusammenfassung

Eine Reduzierung der Wasserregulierung in größeren Territorien muß durch Pflege- und Nutzungspläne begleitet werden, die die angestrebte Pflanzenbestandsentwicklung unterstützen. Mehrere Intensitätsstufen nebeneinander anzustreben ist zweckmäßig, da den Landwirten dadurch Konflikte erspart bleiben. Die Kenntnis der Zusammenhänge zwischen Wasserverhältnissen, Intensitätsstufen der Bewirtschaftung und der Grünlandvegetation sind für Vertreter aller Planungsinstanzen zwingend erforderlich. Die Intensitätsstufen sind darüber hinaus gut dazu geeignet, den Grad der Reduzierung der Bewirtschaftungsintensität gegenüber früherer intensiver Bewirtschaftung zu verdeutlichen.

Die Intensitätsstufen der grünlandwirtschaftlichen Nutzung sind in einer 5-stufigen Skala getrennt für die wesentlichen Bewirtschaftungskriterien Weideverfahren, Schnittanzahl, Düngung, Narbenverbesserung und Wasserregulierung zusammengestellt worden. Diesen Kriterien wurden entsprechende Maßnahmen zugeordnet. Als Orientierung für die empfohlenen Intensitätsstufen dienen die Wasserverhältnisse, die nach PETERSEN, HUNDT oder nach ELLENBERG, FRANK u. a. klassifiziert werden können.

Literatur

BRIEMLE, G. & ELLENBERG, H. (1994): Zur Mahdverträglichkeit von Grünlandpflanzen Mitteleuropas, Natur und Landschaft 69, (Heft 4), S.139-147, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart

ELLENBERG, H. (1992): Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas.- Scripta Geobotanica IX, Verlag E. Goltze, Göttingen

FRANK, D., S. KLOTZ & W. WESTHUS (1988): Biologisch ökologische Kenndaten zur Flora der DDR.- Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg, Wiss. Beiträge 60 (P.35)

HUNDT, R. (1964): Vegetationskundliche Verfahren zur Bestimmung der Wasserstufen im Grünland.- Zeitschrift für Landeskultur 5, 161-186, Akademie-Verlag Berlin

PETERSEN, A. (1952): Die neue Rostocker Grünlandschätzung.- Akademie-Verlag Berlin

Intensität Kriterium der Bewirtschaftung	sehr niedrig sehr extensiv I	niedrig extensiv II	mittel halbintensiv III	hoch intensiv IV	sehr hoch sehr intensiv V
Feuchtezahl nach ELLENBERG	F: 1, 2, 8, 9	F.: 3, 7	F: 4, 5, 6	F: 4, 5, 6	F: 4, 5, 6
Wasserstufe nach PETERSEN	Wa-st.: 4+, 5+ 4-, 5-	Wa-st.: 3+, 3-	Wa-st.: 2+, 2-, 1	Wa-st.: 2+, 2- 1	Wa-st.: 2+, 2- 1
1. Weideverfahren bevorzugt für trockene Flächen	Hüterhaltung oder Teilzeitweide	Standweide oder Koppelweide 1 bis 7 Koppeln	Umtriebsweide = oder > 8 Koppeln	zeitweise portionierte Umtriebsweide	Portionsweide
2. Wiesenutzung Schnitte, bevorzugt.....für nasse Flächen	1 Schnitt Juli- September in günstigen Jahren	1 Schnitt Juni/Juli jährlich, ev. Nachweide	2 Schnitte Mai / Juni August / September	3 Schnitte	> 3 Schnitte
3.1. Düngung auf Niedermoor	keine	ohne N gelegentliche Grunddüngung P;K	40-100 kg N Grunddüngung nach Entzug	>100-150 kg N Grunddüngung nach Entzug	> 150 kg N Grunddüngung nach Entzug
3.2. Düngung auf Mineralböden	keine	40-50 kg N, evtl. gel. Gr. düngung, P, K, Mg, gel. Kalkung	> 50 - 150 kg N Grunddüngung Kalkung	>150-300 kg N Grunddüngung Kalkung	> 300 kg N Grunddüngung Kalkung
4. Narben verbesserung	keine	Pflege (nach speziellem Bedarf, z.B. Schlep- pen, Nachmahd, Walzen)	Einsatz / Nachsaat + Pflege	bedarfsweise Neuansaat, besser Nachsaat + Pflege	tummsmäßige Neuansaat, besser Nachsaat + Pflege
5. Wasserregulierung	keine	flache Grabenentwässerung gelegentliche Pflege	Graben- oder Dränenentwässerung und regelmäßige Pflege	Entwässerung und Anstau	Entwässerung und Ein- stau oder Beregnung

Herbizidstrategien in Winterweizen mit Grasuntersaaten

von

Nils Brodowski und Norbert Lütke Entrup

Universität-GH Paderborn, Fachbereich Agrarwirtschaft Soest

1. Einleitung

Gras- und Kleeuntersaaten in Getreide waren vor ca. 30 - 40 Jahren das wichtigste Aussaatverfahren für Pflanzenbestände des Hauptfutter- und Zwischenfruchtbaus. Von 1954 bis 1959 wurden in Form der Untersaat 74% der gesamten Zwischenfruchtfläche erstellt (KEES, 1992). Durch die in den sechziger Jahren allgemein eingeführte chemische Unkrautbekämpfung ging diese Aussaatmethode stark zurück. Im heutigen Getreidebau sind Untersaaten als kostengünstige Begrünung stillgelegter Flächen wieder interessant und dienen in umweltverträglichen Anbausystemen dem Boden- und Gewässerschutz.

Die Entscheidung für Untersaaten erfordert allerdings eine Überprüfung der Herbizidstrategie (LÜTKE ENTRUP, 1993). Kenntnisse über die Anwendung moderner Herbizide in Winterweizen mit Grasuntersaaten gehen auf praktische Erfahrungen aus dem Grassamenbau zurück. Spezielle Untersuchungen zur Kombination herbizider Wirkstoffe mit Untersaaten sind kaum vorhanden.

2. Material und Methoden

Versuche zur Prüfung der Verwendung von Untersaaten in Kombination mit Getreideherbiziden wurden 1994/95 und 1995/96 auf dem Versuchsgut „Merklingsen“ des Fachbereichs Agrarwirtschaft als Spaltanlage mit zwei Wiederholungen angelegt. Die Versuchsanstellung beinhaltet die Prüfung von chemischen Ungras- und Unkrautbekämpfungssystemen bei zusätzlicher Verwendung von Grasuntersaaten in Winterweizen. Neben dem Saattermin der Untersaaten wurden verschiedene Wirkstoffe und Wirkstoffkombinationen mit den entsprechenden Einsatzzeitpunkten differenziert (Tabelle 1). Um den Einfluß der Herbizidvarianten auf die Untersaatentwicklung festzuhalten wurde neben Bestandesbonituren zu verschiedenen Terminen auch der Deckungsgrad von Untersaat und Verunkrautung bonitiert.

3. Ergebnisse

Die Einsatzzeiträume der geprüften Herbizide lassen sich in zwei Herbsttermine, Vor- und Nachauflauf, und einen Frühjahrstermin gliedern (Tabelle 1). Neben den Voraufherbiziden Igran und Boxer ist der Einfluß des Wirkstoffes Diflufenikan der Herbizide Fenikan und Econal in der Herbstanwendung interessant. Die große Anzahl Herbizide, die in Form der Frühlingsapplikation getestet wurden, läßt sich in drei Gruppen gliedern. Die erste Gruppe beinhaltet Wirkstoffkombinationen zur gleichzeitigen Bekämpfung von Ungräsern und Unkräutern. Die zweite Gruppe ist zusammengesetzt aus Herbiziden zur Bekämpfung dikotyler Unkräuter. Dabei werden das Benzonitril Ixonyl, das Bentazon und das Bifenox als Reinwirkstoff oder als Kombination mit verschiedenen Phenoxycarbonsäuren wie Mecoprop und Dichlorprop eingesetzt. An dritter Stelle steht die große Gruppe der neuen Harnstoffderivate in Verbindung mit Fluroxypyr bzw. Mecoprop.

Unproblematisch für das Gelingen aller Grasuntersaaten ist der Einsatz von Igran und Boxer im Vorauf. In beiden Varianten konnte keine erkennbare Beeinflussung der Untersaat festgestellt werden (Tabelle 2). Die Applikation der Bodenherbizide Fenikan und Econal

schädigt in beiden Versuchsjahren die drei Herbstuntersaaten in erheblichem Umfang. Die Frühjahrsuntersaaten *L. perenne* und *L. multiflorum* werden aber durch diese Herbizide nicht in der Entwicklung beeinträchtigt.

Tabelle 1: Versuchsvarianten

Faktoren	Stufen
1. Untersaatart / Saattermin	<i>Festuca rubra</i> , Nov./Dez. (1994/95, nach Deckfruchtsaat) <i>Dactylis glomerata</i> , Nov./Dez. <i>Lolium perenne</i> , Nov./Dez. <i>Lolium perenne</i> , Feb./März <i>Lolium multiflorum</i> , Anf. April Kontrolle ohne Untersaat
2. Herbizide / Wirkstoffe / Aufwandmenge / Applikationstermin	
Vorauflauf Herbst:	Igran, Terbutryn (3,5 l/ha) Boxer, Prosulfocarb (4,5 l/ha)
Nachauflauf Herbst:	Arelon, Isoproturon (1,5 l/ha) Dicuran, Chlortoluron (2 l/ha) Fenikan, Diflufenikan, Isoproturon (2,5 l/ha) Econal, Chlortoluron, Diflufenikan (3 l/ha), Tolkan Fox, Bifenox, Isoproturon (3 l/ha)
Nachauflauf Frühjahr: (veränderte Aufwandmengen; Gruppe 1)	Ralon + Tristar, Fenoxaprop-ethyl + Flurooxypyryl, Bromoxynil, Ixoxynil (1 + 1 l/ha) Ralon + Tristar, Fenoxaprop-ethyl + Flurooxypyryl, Bromoxynil, Ixoxynil (1,5 + 1 l/ha) Ralon + Tristar, Fenoxaprop-ethyl + Flurooxypyryl, Bromoxynil, Ixoxynil (2 + 1 l/ha)
Nachauflauf Frühjahr: (Gruppe 1)	Arelon + Tristar, Isoproturon + Flurooxypyryl, Bromoxynil, Ixoxynil (2 + 1 l/ha) Tolkan Fox, Bifenox, Isoproturon (3 l/ha),
Nachauflauf Frühjahr: (Gruppe 2)	Bifenal ST, Bifenox, Mecoprop-P (2,75 l/ha) Certrol 40, Ixoxynil (1,5 l/ha) Foxtril Super, Bifenox, Ixoxynil, Mecoprop-P (2,5 l/ha) Basagran DP Neu, Dichlorprop, Bentazon (3 l/ha) Orkan, Diflufenikan, Ixoxynil, Mecoprop-P (2 l/ha)
Nachauflauf Frühjahr: (Gruppe 3)	Compete + Basagran DP Neu, Fluroglycofen, + Dichlorprop, Bentazon, (150 g/ha + 2,25 l/ha) Hydra, Fluroglycofen, Thifensulfuron (250 g/ha) Concert + Starane, Metsulfuron, Thifensulfuron + Fluroxypyryl (30 g/ha + 0,75 l/ha) Pointer + Starane, Tibenurol + Fluroxypyryl (15 g/ha + 0,75 l/ha) Logran + Starane, Triasulfuron + Fluroxypyryl (30 g/ha + 0,75 l/ha), Hoestar + Duplosan KV, Amidisulfuron + Mecoprop-P (30 g/ha + 1 l/ha) Gropper + Starane, Metsulfuron + Fluroxypyryl (20 g/ha + 0,75 l/ha) Kontrolle ohne Behandlung

Tabelle 2: Einfluß der Herbizidapplikation auf den Deckungsgrad von Grasuntersaaten
 Anbaujahr 1995/96; Bonitur am 04.09.1996;

Herbizide Untersaat/-termin	Voraufbau		Herbstapplikation Termin: Deckfrucht EC 12/13				Frühjahrsapplikation Termin: Deckfrucht EC 28/30																	
	Igran, VA	Boxer, VA	Arelon	Dicurran	Fenikan	Econal	Gruppe 1				Gruppe 2			Gruppe 3										
Festuca rubra Herbst; EC 14/16	0	0	-	-	-	-	Ralon + Tristar, 1+1	Ralon + Tristar, 1,5+1	Ralon + Tristar, 2+1	Arelon + Tristar	Tolkan Fox, Fj.	Bifenal ST	Certrol 40	Foxtril super	Basagran DP	Orkan	Compete + Basagran	Hydra	Concert + Starane	Pointer + Starane	Logran + Starane	Hoestar + Duplosan	Gropper + Starane	
Lolium perenne Herbst; EC 14/16	0	0	0	0	-	-	0	0	0	-	-	0	-	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0
Dactylis glomerata Herbst; EC 14/16	0	0	0	0	-	-	0	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0
Lolium perenne Frühjahr; EC 20/22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Lolium multiflorum Frühjahr; EC 25/27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

0 keine erkennbare Beeinflussung der Untersaat
 - leichte Ausdünnung; unter 20%
 - - - Ausdünnung über 50%, Totalausfall

Bei den Ergebnissen des im Herbst 1994 eingesetzten Gräserherbizides mit dem Wirkstoff Isoproturon (Tolkan Fox) fällt zunächst die negative Wirkung auf den bestehenden Festuca-Bestand (frühe Aussaat, 1994: EC 05/07) auf. Die ca. 14 Tage nach der Ungrasbekämpfung ausgesäten Untersaatarten *D. glomerata* und *L. perenne* werden weder im Versuchsjahr 1994/95 noch 1995/96 in ihrer Entwicklung beeinflusst. Die Frühjahrsanwendung von Ralon und Tristar bringt in bezug auf die Untersaateignung von Gräserherbiziden vielversprechende Ergebnisse. Nur im Versuchsjahr 1996 ist eine leichte herbizide Wirkung dieser Kombination auf die Herbstsaat von *D. glomerata* zu erkennen. In den Untersaatvarianten *F. rubra* und *L. perenne* können keine Beeinträchtigungen der Untersaatbestände beobachtet werden. Auf eine unzureichende Wirkung von Ralon gegenüber Weidelgräsern wird in der Herbizidempfehlung von ETTL (1996) hingewiesen. Die Gruppe der Herbizide zur Bekämpfung dikotyler Unkräuter zeigt in beiden Versuchsjahren keine negativen Auswirkungen auf die Untersaaten. Die geprüften Sulfonyl-Harnstoffe sind in der Wirkung uneinheitlich. Die Herbstuntersaaten *F. rubra* und *D. glomerata* zeigen in beiden Versuchsjahren keine Schäden. Allerdings ist die Entwicklung von *L. perenne* als Frühjahrsaussaat 1996 in den Varianten Hydra, Concert und Starane 180 und Logran und Starane 180 deutlich eingeschränkt. Mit leichter Ausdünnung in diesen Herbizidvarianten reagiert auch *L. perenne* als Herbstsaat (Tabelle 2).

4. Fazit

Aus der Gesamtheit der Ergebnisse lassen sich Herbizidstrategien für die Verwendung von Grasuntersaaten in Winterweizen entwickeln, die in der Tabelle 3 dargestellt sind.

Tabelle 3: Herbizidstrategien zur Unkraut- und Ungrasbekämpfung in Winterweizen mit Grasuntersaaten

Vorbedingungen	getestete Herbizidanwendung	mögliche Untersaat (Untersaatart, -termin)	
Herbizideinsatz im Voraufbau	Igran, 3,5 l/ha Boxer, 4,5 l/ha	<i>Festuca rubra</i> Herbst EC 14/16 <i>Lolium perenne</i> Herbst EC 14/16 <i>Lolium perenne</i> Frühjahr EC 20/22 <i>Lolium multiflorum</i> Frühjahr EC 25/27	
Frühe Weizensaat; Herbizideinsatz Herbst und Frühjahr	Arelon (IPU), 1,5 l/ha, EC 12/13* Tolkan Fox, 3,0 l/ha, EC 12/13* Foxtril super, 2,5 l/ha Bifenal ST, 2,75 l/ha	<i>Festuca rubra</i> Herbst EC 14/16 <i>Lolium perenne</i> Herbst EC 14/16 <i>Lolium perenne</i> Frühjahr EC 20/22 <i>Lolium multiflorum</i> Frühjahr EC 25/27	
Frühe Weizensaat; Herbizideinsatz im Nachaufbau/Herbst	Arelon (IPU), 1,5 l/ha Tolkan Fox, 3,0 l/ha Fenikan, 2,5 l/ha Econal, 3,0 l/ha	<i>Lolium perenne</i> Frühjahr EC 20/22 <i>Lolium multiflorum</i> Frühjahr EC 25/27	
Frühe Weizensaat; Herbizideinsatz im Nachaufbau/Frühjahr	Ralon+Tristar, 1,5+1 l/ha Foxtril super, 2,5 l/ha Bifenal ST, 2,75 l/ha	<i>Festuca rubra</i> Herbst EC 14/16 <i>Lolium perenne</i> Herbst EC 14/16 <i>Lolium perenne</i> Frühjahr EC 20/22 <i>Lolium multiflorum</i> Frühjahr EC 25/27	
Späte Weizensaat; Herbizideinsatz im Nachaufbau/Frühjahr	Ralon+Tristar, 1,5+1 l/ha Foxtril super, 2,5 l/ha Bifenal ST, 2,75 l/ha	<i>Lolium perenne</i> Frühjahr EC 20/22 <i>Lolium multiflorum</i> Frühjahr EC 25/27	

* Einsatz von IPU nur mindestens 14 Tage vor geplanter Untersaat möglich

Literatur

- ETTL, J., 1996: Optimaler Mitteleinsatz senkt die Kosten. - top agrar, 1, S. 98-105
- KEES, H., 1992: Pflanzenschutz im Zwischenfruchtbau. - in: RENIUS, W. et al., „Zwischenfruchtbau“, DLG-Verlag, Frankfurt/M., 3. Auflage
- LÜTKE ENTRUP, N., 1993: Untersaaten senken Stillelegungskosten. - Zeitschr. Pflanzenschutz-Praxis, 3/1993, S. 16-20

Siliereignung von *Vicia sativa* L. und *Trifolium resupinatum* L. in Abhängigkeit von Saattermin und Mischungsanteil

von

Peter Daniel und Wilhelm Opitz von Boberfeld

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II - Grünlandwirtschaft und Futterbau -
der Justus-Liebig-Universität Gießen

1. Problemstellung

Über die Erzeugung von Silagen aus dem Zwischenfruchtanbau mit *Vicia sativa* L. und *Trifolium resupinatum* L. in Rein- und Mischbeständen mit *Lolium multiflorum* (Lam.) ssp. *gaudini* gibt es nur wenige Untersuchungen (HÜBNER 1971, WAGENER et al. 1993). Aufgrund der Nutzung im Herbst und den eingeschränkten Möglichkeiten des Vorwelkens in dieser Jahreszeit ist vermutlich die Silagebereitung problematisch; andererseits wird der Einsatz solcher Silagen in der Fütterung positiv bewertet (STOCKDALE 1994). Es galt somit zu klären, wie die Gäreigenschaften und Silagequalitäten in Abhängigkeit von Art, Mischungsanteil, Saattermin und Jahr beschaffen sind.

2. Material und Methoden

In der Tabelle sind die Varianten – angeordnet als Spaltanlage mit vier Wiederholungen – aufgelistet. Die Mischungsanteile beziehen sich auf Massenanteile der einzelnen Arten im Siliergut. Die Ernte erfolgte am 30.10.95 bzw. 03.11.96 von Reinbeständen. Als Boden stand ein Pseudogley mit einem pH-Wert von 6,0 an. Das Material wurde einheitlich auf 30 % TS vorgewelkt und mit einer Lagerdauer von 90 Tagen siliert.

Tabelle: Varianten

Faktoren	Stufen
1. Saattermin	1.1 Früh = Anfang Juli 1.2 Spät = Anfang August
2. Mischung	2.1 <i>Vicia sativa</i> 2.2 <i>Trifolium resupinatum</i> 2.3 <i>Lolium multiflorum</i> 2.4 <i>Vicia sativa/Lolium multiflorum</i> 50/50 2.5 <i>Trifolium resupinatum/Lolium multiflorum</i> 50/50

Die Gärfähigkeit wurde über die Merkmale

- wasserlösliche Kohlenhydrate (Anthon) (wlK)
- Pufferkapazität (Milchsäure) (Pk)
- Zucker/Pufferkapazitäts-Quotient (Z/Pk-Quotient)

charakterisiert. Über die Zielgrößen

- pH-Wert
- flüchtige Gärsäuren gaschromatographisch
- Milchsäure kolorimetrisch und

- NH₃-N vom Rohprotein-N mittels Ammoniakelktrode erfolgte die Beurteilung der Silagequalität.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Gärfähigkeit

Vicia sativa und *Trifolium resupinatum* haben als Leguminosen im Vergleich zum *Lolium multiflorum*, vgl. Abb., einen höheren Rohproteingehalt und eine geringere Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate (RICHTER und HERBST 1938, ORTH et al. 1956,). In Gemischen mit *Lolium multiflorum* kommt es je nach Anteil zu markanten Erhöhungen der Rohproteingehalte und zur Verringerung der wasserlöslichen Kohlenhydrate (ZIEGENBEIN 1965, HÜBNER 1971, LENOBLE 1972); letztere werden in beiden Jahren von der Witterung verschieden beeinflusst, indem sie wahrscheinlich durch das kalte spätherbstliche Wetter bei der Ernte bedeutend niedriger sind (BECKHOFF 1981). Im Hinblick auf die Pufferkapazität unterscheiden sich *Vicia sativa*, *Trifolium resupinatum* und *Lolium multiflorum* nur in den Aufwüchsen der frühen Saattermine. Dagegen unterscheiden sich die Arten und ihre Gemische in der Pufferkapazität nicht mehr beim späten Saattermin. Die Pufferkapazität dieser Aufwüchse ist mit ca. 10 g Milchsäure je 100 g TS hoch. Als Ursache kommt vermutlich die unvollständig ablaufende Proteinsynthese infolge allgemein verringerter physiologischer Aktivität im Stoffwechsel der Pflanzen in Frage. Die wasserlöslichen Stickstofffraktionen und organische Säuren wirken sich stark puffernd aus. Nachteilig erweist sich im Siliergut der Pflanzen aus dem Zwischenfruchtanbau auch ihr hoher Wassergehalt; Ende Oktober/Anfang November geerntet, können sie nicht mehr im Freiland vorgewelkt werden. Das Siliergut ist somit äußerst schwer gärfähig.

3.2. Silagequalität

Die Gärfähigkeitsmängel führen vor allem in Silagen aus *Vicia sativa* und deren Gemischen mit *Lolium multiflorum* zu hohen pH-Werten mit hohen Gehalten an Essig-, Propion-, *iso*-Valerian- und Valeriansäure sowie NH₃-N-Gehalten vom Rohprotein N, vgl. Abb. Die Gärergebnisse weisen auf einen heterofermentativen Verlauf hin. Da Grenzen für beginnenden Verderb überschritten werden, sind sie von schlechter Qualität. Silagen aus *Trifolium resupinatum* sind hier etwas besser beurteilt; sie enthalten 1996 zu viel Butter-, *iso*-Valerian- und Valeriansäure. Es kann aber auch für *Trifolium resupinatum* abgeleitet werden, daß in den Silagen mit Trockensubstanzgehalten von 30% die pH-Werte zu hoch und sie deshalb instabil sind. Pflanzenbaulich relevante art- und mischungsbedingte Unterschiede liegen also nicht vor.

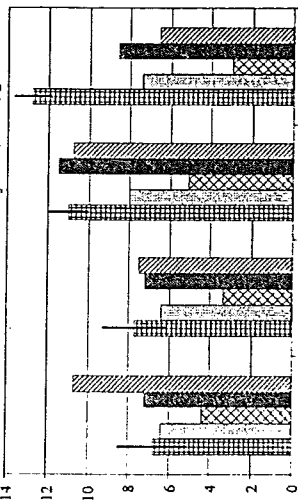
4. Zusammenfassung

Die Gäreigenschaften und Silagequalitäten werden positiv durch *Lolium multiflorum* (Lam.) *ssp. gaudini* geprägt. Unabhängig vom Jahr ist der Effekt des Saattermins kaum nachweisbar. Aus den Ergebnissen läßt sich folgendes ableiten:

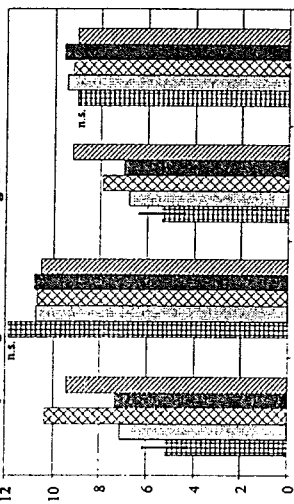
- Die Z/Pk-Quotienten der Leguminosen sind äußerst niedrig, die Gäreigenschaften sind unzureichend.
- Mit pH-Werten von > 4,5 bei einem Trockensubstanzgehalt von 30 % handelt es sich um instabile Silagen; relevante Unterschiede sind art- und mischungsbedingt nicht vorhanden.
- Die Silierung von spät geernteten Zwischenfrüchten ist generell äußerst problematisch.

Gärfähigkeit

Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten % TS

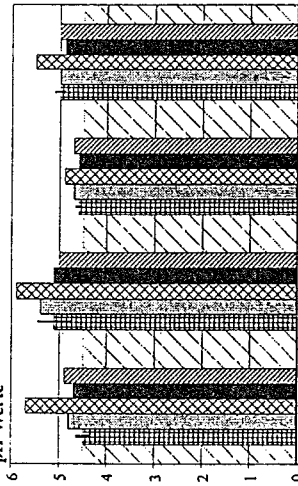


Pufferkapazität g Milchsäure/100 g TS

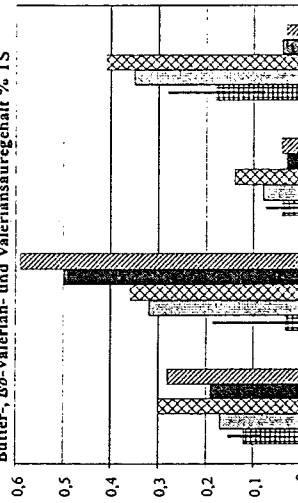


Gärqualität

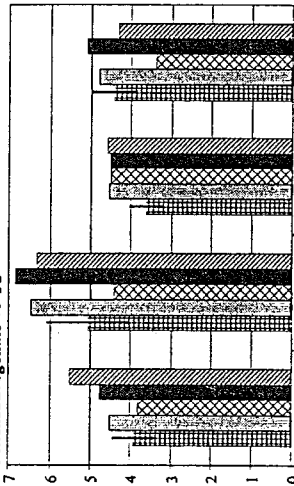
pH-Werte



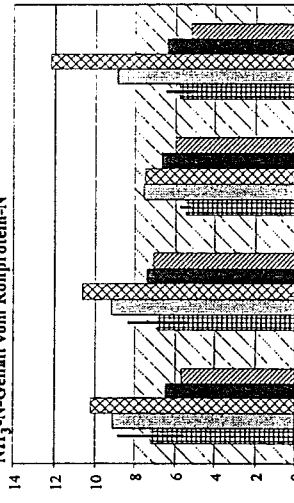
Butter-, iso-Valerian- und Valeriansäuregehalt % TS



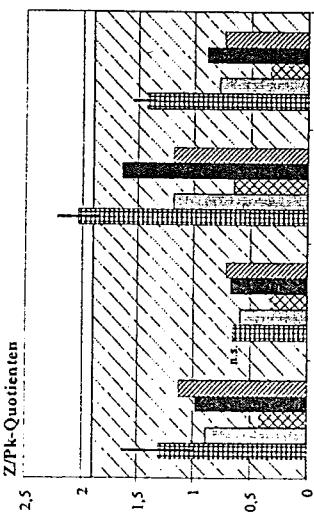
Milchsäuregehalt % TS



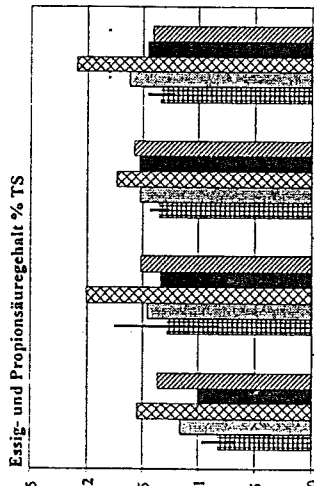
NH₃-N-Gehalt vom Rohprotein-N



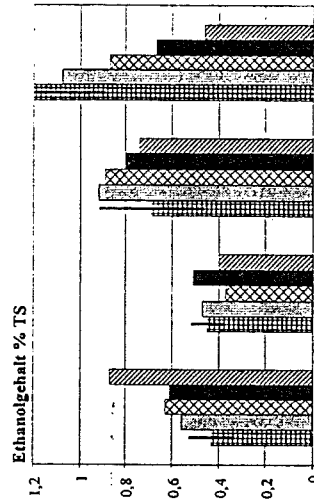
ZPK-Quotienten



Essig- und Propionsäuregehalt % TS



Ethanolgehalt % TS



V. sativa
 T. resupinatum
 L. multiflorum
 V. sativa + *L. multiflorum*
 T. resupinatum + *L. multiflorum*
 | Grenzdifferenz 5%

Abbildung: Gärfähigkeit und Gärqualität von Silagen aus *Vicia sativa* und *Trifolium resupinatum* rein und in Mischung mit *Lolium multiflorum* in Abhängigkeit von Anteil und Saattermin im Zwischenfruchtanbau

5. Literaturverzeichnis

- BECKHOFF, J. 1981: Was tun mit Regen- und Frostsilagen? Mitt. DLG **96**, 722-724.
- HÜBNER, W., 1971: Persischer Klee (*Trifolium resupinatum*) im einjährigen Feldfutterbau. D. wirtschaftseig. Futter **17**, 1-23.
- STOCKDALE, C.R., 1994: Persian clover and Maize silage. III. Rumen fermentation and balance of nutrients when clover and silage are fed to lactating cows. Aust. J. Agric. Res. **45**, 1783-1798.
- LENOBLE, M., 1972: Le trèfle de Perse -sonimteret comme fourage annuel d'ete. Fourrages, H **52**; 89-97.
- ORTH, A., W. KAUFMANN und E. KORDTS, 1956: Vergleichende Silierversuche an frischen und angewelkten Grünfütter – Wicken-Peluschken – mit und ohne Melassezusatz. Futterkonservierung **2**, 193-205.
- RICHTER, K. und J. HERBST, 1938: Untersuchungen über den Futterwert und die Futterwirkung eines unter Bakterienzusatz angesäuerten Gemenges aus Erbsen, Wicken und Peluschken im Vergleich zu unbehandeltem Gärfütter gleicher Zusammensetzung. Tierernährung **10**, 59-67.
- WAGENER, R., J. PALLAUF, F. SEVIGCAN und R. ERKNER, 1993: Futterwert von Grundfüttermitteln aus dem Zweitfruchtanbau in der Westtürkei – ermittelt *in vivo* und *in vitro*. D. wirtschaftseig. Futter **36**, 5-22.

Ansatz zur Ermittlung des düngewirksam anrechenbaren Exkrement-N auf extensiv bewirtschafteten Weiden

von

Gunter Ebel, Andreas Milimonka

Humboldt-Universität zu Berlin; Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät
Fachgebiet Grünlandssysteme, Invalidenstr. 42, 10115 Berlin

1. Problemstellung

Die Nutzung des Grünlandes durch die Weidetiere ist ein naturnahes und kostengünstiges Landnutzungsverfahren. Intensive Weideverfahren stehen aber in der Kritik hoher Stickstoffverluste. Bei Masttieren gelangen bis zu 95% des aus dem Futter aufgenommenen Stickstoffes in die Exkreme und werden somit auf die Weide zurückgeführt. Steigende Stickstoffaufwandmengen und N-Depositionen führten zu höheren Rohproteingehalten im Gras und zu erhöhten Stickstoffausscheidungen über die tierischen Exkreme. Das verursachte steigende Stickstoffverluste auf dem Weideland über Ausgasung und Auswaschung (JARVIS 1989). WEIBBACH (1993) ging davon aus, daß in intensiven Milchviehweiden 30% des Exkrementstickstoffes als Kot-N und 70% als Harn-N vorliegen. Der Harnstickstoff ist gegenüber dem Kotstickstoff wesentlich stärker verlustgefährdet. Bei Verringerung des Stickstoffaufwandes verschiebt sich das Verhältnis Kot- zu Harn-N zu Gunsten des Kotstickstoffanteiles. Somit wird angenommen, daß in extensiv bewirtschafteten Weiden (Verringerung der Besatzstärke und Reduzierung des Stickstoffaufwandes) die N-Verluste eingeschränkt werden.

Eine Verringerung des Milchkuhbestandes und Nutzung der freiwerdenden Flächen über die Mutterkuhhaltung, führte in den neuen Bundesländern seit 1990 zu einer Ausdehnung des Verfahrens extensiv geführter Standweiden. Da die Tiere auf Standweiden mit geringen Besatzstärken sich räumlich und zeitlich frei bewegen können, kommt es zu einer auf die Fläche bezogenen weiträumigen Futter- und Nährstoffaufnahme. Die Rolle des Tieres bei der Stickstoffrückführung ist noch nicht ausreichend definiert (LECRIVAIN 1990, NEWBOULD 1990). Es kann davon ausgegangen werden, daß der Exkrementstickstoff auf Standweiden mit geringen Besatzstärken räumlich sehr heterogen auf die Weideflächen zurückfließt. Bereiche mit höheren Nährstoffkonzentrationen sind zu erwarten (HOMM 1991).

In eigenen Untersuchungen zum Gehalt an mineralischen Bodenstickstoff auf mit Schafen genutzten Standweiden konnten, bedingt durch das Verhalten der Schafe, kleinräumig (50 m²) 13 mal höhere N_{min}-Mengen im Boden als im Mittel der Weidefläche festgestellt werden (MILIMONKA et al. 1994). Unter diesen, von den Schafen präferierten Bereichen, waren sehr hohe Verlagerungsraten an Nitratstickstoff zu verzeichnen.

Aus dem aktuellen Kenntnisstand läßt sich die Frage ableiten: Wie hoch ist der im Verfahren der extensiven Standweide düngewirksam verbleibende Exkrementstickstoff?

2. Lösungsansatz

Um den düngewirksamen Stickstoff der Weidetierexkreme für die Stickstoffbilanz einer extensiven Standweide abschätzen zu können, müssen folgende Größen bekannt sein:

- die von den Weidetieren ausgeschiedene Stickstoffmenge,
- räumliche Verteilung der Exkreme und

- Verlustquellen auf der Weidefläche.

Das Ergebnis kann nur eine grobe Schätzung des düngewirksamen Exkrementstickstoffes sein, da verschiedene Größen meßtechnisch sehr schwer faßbar sind. In den Formeln wird mit Mittelwerten gearbeitet, die zum einen aus einem Weideversuch im Bundesland Brandenburg (Zusammenarbeit mit der LVGF Paulinenaue) stammen und teilweise durch Werte anderer Versuchsansteller ergänzt sind. Für die Mutterkuhhaltung mit Nachzucht ist eine getrennte Erfassung der einzelnen Werte für Kühe und Kälber vorzunehmen. Nachfolgend ist ein Beispiel nur für Mutterkühe dargestellt.

2.1. Schätzung der Exkrement-N-Menge

Die Stickstoffausscheidung über den Kot und Harn ist das Produkt der Stickstoffaufnahme aus dem Futter und einem Ausscheidungsfaktor (Formel 1). Der Ausscheidungsfaktor wurde hier mit 0,90 angenommen, d.h. 90 % des aufgenommenen Stickstoffes werden über die Exkremente wieder ausgeschieden (WHITEHEAD 1995). Die Angaben beziehen sich auf eine Koppelgröße (Kpl.) von 16,6 ha und 21 Mutterkühen.

$$\begin{aligned} N_{\text{Ausscheidung}} &= N_{\text{Aufnahme}} * 0,90_{\text{Ausscheidungsfaktor}} \\ (\text{kg/Kpl}) & \quad (\text{kg/Kpl}) \end{aligned} \quad (1)$$

$$: 1107 \quad = \quad (1230 * 0,90)$$

Die Stickstoffaufnahme ermittelt sich aus dem Produkt des N-Gehaltes im Futter (g/kg TS) und der Futteraufnahmemenge (kg TM/Koppel), siehe Formel (1.1).

$$\begin{aligned} N_{\text{Aufnahme}} &= (N_{\text{Gehalt Futter}} * \text{Futteraufnahme}) / 1000 \\ (\text{kg/Kpl}) & \quad (\text{g/kg TS}) \quad (\text{kg TM/Kpl}) \end{aligned} \quad (1.1)$$

$$1230 \quad = \quad 25 * 49203 / 1000$$

Es wird davon ausgegangen, daß bei extensiven Standweiden kein Konzentratfutter zugefüttert wird und die N-Aufnahme nur aus dem Weidefutter erfolgt. Die Futteraufnahme läßt sich nach Formel (1.2) schätzen.

$$\begin{aligned} \text{Futteraufnahme} &= \text{Weidetage} * \text{Tierzahl} * \text{tgl. TM-Aufnahme} \\ (\text{kg TM/Kpl}) & \quad (\text{d}) \quad (\text{Stk}) \quad (\text{kg TM/d*Stk}) \end{aligned} \quad (1.2)$$

$$49203 \quad = \quad 213 * 21 * 11$$

Der Wert der Trockenmasseaufnahme kann Tabellen entnommen werden. Dabei sollte die Leistung der Tiere Berücksichtigung finden.

2.2. Stickstoffrückfluß auf die Koppel

Die Schätzung des auf die Koppel zurückfließenden Exkrementstickstoffes wird in den Gleichungen (2) bis (2.3) dargestellt. Der N-Rückfluß (Formel 2) ist abhängig von den Größen: Dichte der Exkrementstellen je m² (ExSt/m²), N-Menge je Exkrementstelle (N_{Exkr} in g/ExSt) und N-Verluste je Exkrementstelle (g N/ExSt). Hier wird unter N-Rückfluß nur der auf die Grasefläche zurückgeführte Stickstoff verstanden. Der auf den von den Tieren häufig aufgesuchten Teilbereichen wie Ruhelager und Tränke abgegebene Exkrement-N wird nicht

mit einbezogen. Diese Bereiche sind meist vegetationsfrei und die sehr hohen Stickstoffmengen können durch die Pflanzen kaum verwertet werden (EBEL 1995).

$$\begin{array}{rcl}
 N_{\text{Rückfluß}} & = & (\text{Dichte} * N_{\text{Exkr}}) - (\text{Dichte} * \text{N-Verluste}) \\
 (\text{g/m}^2) & & (\text{ExSt/m}^2) \quad (\text{g/ExSt}) \quad (\text{ExSt/m}^2) \quad (\text{g/ExSt}) \\
 2,40 & = & 0,20 * 21,0 - 0,20 * 9,00 \quad \text{Harn} \\
 0,08 & = & 0,22 * 8,8 - 0,22 * 8,46 \quad \text{Kot}
 \end{array} \quad (2)$$

Die Stickstoffmenge je Exkrementstelle wird über Formel (2.1) ermittelt. Dabei ist zu beachten, daß für Harn- und Kotstellen eine getrennte Erfassung erfolgt. Die Angaben für den Stickstoffgehalt der Exkremente ($N_{\text{GehaltExkr}}$) und der Exkrementmenge sind aus der Literatur entnommen (FRAME 1992, WHITEHEAD 1995).

$$\begin{array}{rcl}
 N_{\text{Exkr}} & = & N_{\text{GehaltExkr}} * \text{Exkrementmenge} \\
 (\text{g/ExSt}) & & (\text{g/l}) \quad (\text{l/ExSt}) \\
 & & (\text{g/kg TM}) \quad (\text{kg TM/ExSt}) \\
 21,0 & = & 10 * 2,10 \quad \text{Harn} \\
 8,8 & = & 20 * 0,44 \quad \text{Kot}
 \end{array} \quad (2.1)$$

Für die Ermittlung, der in Formel (2) aufgeführten Dichte der Exkrementstellen je m^2 , ist nach-folgend beschriebene Herangehensweise gewählt worden (2.2).

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Dichte der} & \implies & \text{Tierbeobachtung: zählen der Ereignisse "Exkrementabsetzen"} \\
 \text{Exkrementstellen} & & (\text{Etho-Topo-Cronogramm}) \text{ im Zeitraum Morgendämmerung} \\
 (\text{ExSt/m}^2) & & \text{bis Abenddämmerung, } 3 * \text{ im Jahr zu je 2 Tagen} \\
 & & \text{Einzeltierbeobachtung mit unterschiedlichen Tieren}
 \end{array} \quad (2.2)$$

Die Schätzung der Stickstoffverluste je Exkrementstelle kann über Formel (2.3) erfolgen. Die N-Menge der Exkrementstellen (Formel 2.1) wird subtrahiert mit der N-Menge im Boden unter den Exkrementstellen. Dabei wird der nicht in der Bodenschicht 0-30 cm wiedergefundene N als nicht mehr für die Ernährung der Grünlandnarbe zur Verfügung stehend angenommen. Die Ermittlung des N_{min} unter der Harnstelle kann nach ca. 3 Tagen erfolgen, weil in diesem Zeitraum die N-Ausgasung im Wesentlichen abgeschlossen ist (WHITEHEAD 1989). Die Umsetzungsprozesse unter Kotstellen verlaufen langsamer. Aus dem Datenmaterial des Versuches liegen derzeit Beobachtungsergebnisse eines Sommers von einem Zeitraum von 37 Tagen vor, der offensichtlich zu kurz ist. Die N-Verluste über den Kot werden demzufolge überschätzt, welches einen geringeren N-Rückfluß bewirkt. Die Witterung (Beprobung zu unterschiedlichen Jahreszeiten), sowie Zeitdauer der Beprobung sind zukünftig stärker zu berücksichtigen. Eine Schätzung des in der Beobachtungszeit durch die Pflanze aufgenommenen Exkrementstickstoffes ist ebenfalls noch einzubeziehen.

$$\begin{array}{rcl}
 \text{N-Verluste} & = & N_{\text{Exkr}} - N_{\text{min Boden 0-30 (tx)}} - N_{\text{min Boden 0-30 (t0)}} \\
 (\text{g/ExSt}) & & (\text{g/ExSt}) \quad (\text{g/ExSt}) \\
 9,00 & = & 21,0 - 12,00 \quad \text{Harn tx} = 6 \\
 8,46 & = & 8,5 - 0,04 \quad \text{Kot tx} = 37
 \end{array} \quad (2.3)$$

2.3. Düngewirksamkeit in % des ausgeschiedenen Stickstoffes

Ausgangspunkt für die Ermittlung der Düngewirksamkeit (N_{DW}) in % ist das Verhältnis N-Ausscheidung (1) : 100% = N-Rückfluß (2) : x% (= N_{DW} %). Die N-Ausscheidung ist aus Formel (1) und der N-Rückfluß aus Formel (2) bekannt. Mit Berücksichtigung der Koppelgröße ergibt sich die Formel (3) für die Düngewirksamkeit. Es errechnet sich ein Anteil von 37% des Exkrementstickstoffes der düngewirksam wird.

$$\begin{aligned} N_{DW} &= (100\% * N_{Rückfluß} * Fläche_{Kpl} * 10) / (N_{Ausscheidung}) \\ (\%) & \quad (\%) \quad \begin{matrix} \text{Kot und Ham} \\ \text{(g/m}^2\text{)} \end{matrix} \quad \begin{matrix} \text{(ha/Kpl)} \\ \end{matrix} \quad \quad \quad \begin{matrix} \text{(kg/Kpl)} \\ \end{matrix} \quad (3) \\ 37 &= (100 * 2,48 * 16,6 * 10) / (1107) \end{aligned}$$

In extensiven Standweiden sollte nur der auf den Weideflächen abgegebene Exkrementstickstoff für die Düngewirksamkeit mit berücksichtigt werden. Der abgegebene Exkrement-N auf den von den Tieren sehr häufig aufgesuchten Flächen sollte nicht einbezogen werden. Dieser Anteil entspricht nach unseren Schätzungen (Tierbeobachtung und N-Menge je Exkrementereignis) ca. 20% des im System zirkulierenden Stickstoffes.

Es wird nochmals darauf hingewiesen, daß es sich hier um eine Beispielrechnung handelt. Das Arbeiten mit Spannwerten (zu erwartende Minimal- und Maximalwerte von N-Gehalt im Futter, Futteraufnahme, etc.) kann von Vorteil sein. Die Stickstoffverluste unter Kot- und Harnstellen bzw. die N-Mengen unter Teilbereichen der Weideflächen werden derzeit spezifischer untersucht, um die Aussagegenauigkeit der Menge des düngewirksamen Exkrementstickstoffes zu erhöhen.

Literatur

- EBEL, G. 1995: Quantitative Veränderungen des mineralischen Bodenstickstoffes unter verschiedenen Weidebereichen einer extensiv geführten Schafweide. Diplomarbeit, Berlin
- FRAME, J. 1992: Improved Grassland Management, Farming Press, Ipswich, 183-184
- HOMM, A. 1991: Zur Variabilität der Nitratgehalte unter Weidenarben verschiedener Regionen. Referate zur Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Maria Lach, 125-134
- JARVIS, S.C. et al. 1989: The effects of grassland management on nitrogen losses from grazed swards through ammonia volatilization. *J. agric. Sci.*, **112**, 205-216
- LECRIVAIN, E. 1990: A direct observation method for recording free ranging animal behaviour in farming situations. 7th European Grazing Workshop, Wageningen
- MILIMONKA, A., K. RICHTER, M. JURKSCHAT, ... 1994: Changes in quantity of mineral soil nitrogen below different pasture ranges in an extensively managed pasture. Proceedings of the 15th General Meeting of the European Grassland Federation, Wageningen, 423-428
- NEWBOLD, P. und J. RAIS 1990: Soil-grassland-animal relationships. Proceedings of the 13th General Meeting of the European Grassland Federation, Banska Bystrica, 10-22
- WEIBBACH, F. 1993: Methode zur näherungsweise Schätzung der N-Effizienz von tierischen Exkrementen auf der Weide. Referate der Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, Husum, 72-85
- WHITEHEAD, D.C.; et al. 1989: Volatilisation of ammonia from urea applied to soil. *Soil Biology and Biochemistry*, **21**, 803-808
- WHITEHEAD, D.C 1995: Grassland Nitrogen. CAB International, Wallingford, 71-78

Auswertung von Grünlandbestandsaufnahmen - Diskussion eines statistisch-mathematischen Verfahrens

von

Georg Eckert, Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim
Gottfried Briemle, Lehr und Versuchsanstalt Aulendorf

1. Einleitung

Standardmäßig werden bei Versuchen im Dauergrünland Ertragsanteilschätzungen nach der Methode KLAPP (1930) angefertigt. Diese Bestandsaufnahmen hinsichtlich ihrer zielgerichteten Veränderungen zu interpretieren ist seit jeher Bestandteil der Versuchsauswertung. Während jedoch die Auswertung meßbarer Parameter auf einem soliden statistischen Fundament beruht, scheint die Entwicklung der Bestände oftmals eher nach Augenschein interpretiert zu werden.

Die Ertragsanteilschätzung nach KLAPP liefert Daten, die ohne weitere Transformationen in numerische Analyseverfahren eingesetzt werden können, und aufgrund der Schätzung als prozentualer Anteil aller Arten am Ertrag standardisierte Daten darstellen, die eine vektorielle Transformation überflüssig machen.

Im Gegensatz zu vegetationskundlich häufig angewandten Aufnahmeverfahren (Dominanz, Abundanz, Artmächtigkeit nach BRAUN-BLANQUET, SCHMIDT U. LONDO, u.v.a.) sind die aus der Ertragsanteilschätzung stammenden Daten also geradezu zur weiteren numerischen Auswertung prädestiniert.

Zur Problemdemonstration soll ein Düngungsversuch der LVVG Aulendorf dienen, (vgl. Tab. 1), der mit den Varianten 1: NPK mineralisch, 3: Stallmist und Jauche, 6: Rindervollgülle (mit je 3 Wiederholungen) im Jahr 1984 eingerichtet wurde.

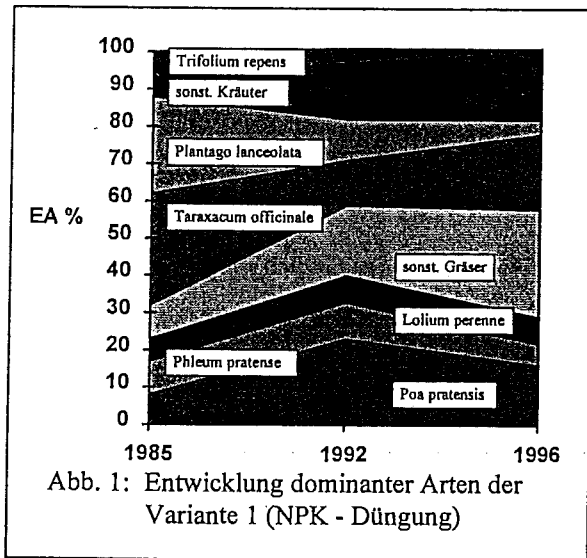
Tabelle 1: Vegetationstabelle Düngungsversuch („+“ = EA<1%)

Jahr	85	85	85	85	85	85	85	85	85	96	96	96	96	96	96	96	96	96
Variante	1	1	1	3	3	3	6	6	6	1	1	1	3	3	3	6	6	6
Wdh	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
GRAS	42	32	23	30	33	32	27	23	35	65	50	60	35	40	35	50	45	40
KRAUT	50	62	70	55	50	58	56	63	49	32	50	38	50	45	45	40	25	30
LEGUMINOSEN	8	6	7	15	17	10	17	14	16	3	+	2	15	15	20	10	30	30
Artenzahl	18	20	17	16	22	21	21	20	18	22	23	20	22	22	20	17	19	19
Gräser																		
Phleum pratense	16	6	4	5	9	7	6	5	12	2	8	8	1	2	2	3	1	3
Poa pratensis	13	6	5	7	3	4	3	6	6	8	16	23	3	2	3	4	4	11
Poa trivialis	2	8	5	3	7	12	3	5	6	2	1	+	+	+	2	1	+	+
Lolium perenne	10	3	4	3	4	6	5	3	8	10	8	2	2	3	3	3	6	5
Festuca pratensis	1	5	.	5	3	.	2	2	.	1	+	+	+	1	+	+	1	+
Lolium hybridum	+	+	2	+	+	1	+	+	+	15	1	1	13	17	1	8	11	5
Dactylis glomerata	.	1	.	2	2	+	5	+	1	3	5	.	2	2	10	5	5	8
Trisetum flavescens	.	2	2	5	2	+	2	.	2	.	2	6	10	8	12	25	10	5
Agrostis stolonifera	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	6	7	3	4	1	1	.	+
Agropyron repens	+	1	.	.	2	.	+	2	.	19	1	2	+	.	.	.	6	2
Poa annua	+	+	1	.	1	1	1	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Cynosurus cristatus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Festuca rubra	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Holcus lanatus	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	1	1	.	.	.
Alopecurus pratensis	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.	.	.
Arrhenatherum elatius	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.
Anthoxanthum odoratum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Bromus mollis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Kräuter																		
Plantago lanceolata	20	27	30	22	25	28	24	27	23	2	4	6	3	4	4	2	+	1
Taraxacum officinale	25	31	35	27	22	27	29	35	23	12	22	26	22	18	31	14	9	10
Ranunculus acris	3	2	2	3	2	3	2	+	1	5	2	4	16	13	8	8	2	16
Cerastium holosteoides	2	2	1	2	1	+	1	+	1	1	+	1	+	1	1	+	+	+
Bellis perennis	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rumex obtusifolius	.	+	2	.	.	+	.	+	+	+	8	1	.	1	.	1	4	+
Heracleum sphondylium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	8	3	+	15	3	.
Ranunculus repens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	+	.	5	.	.	7	2
Rumex acetosa	+	+	.	.	+	+	+	+	+	.	+	.	.	+	+	.	+	1
Veronica agrestis	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Stellaria media	+	+	+	1	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rumex crispus	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Achillea millefolium	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Veronica chamaedrys	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.

Jahr	85									96									
Variante	1	1	1	1	3	3	3	6	6	6	1	1	1	3	3	3	6	6	6
Wdh	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Capsella bursa-pastoris	+	.	.	.	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Alchemilla vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cardamine pratensis	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Silene dioica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Leguminosen	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Trifolium repens	8	6	7	13	16	10	16	13	16	3	+	2	13	14	17	10	30	30	
Trifolium pratense	+	+	+	2	1	+	1	1	.	+	.	.	2	1	3	.	.	.	
Vicia sepium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.

2. Das Problem der Mittelwertbildung

In zahlreichen Arbeiten finden sich Flächendiagramme gemäß Abb. 1:



Die Daten entspringen dabei i.d.R. der Mittelwertbildung aus den Wiederholungen der einzelnen Varianten.

Während bei gemessenen Parametern jedoch Varianzen und Signifikanzen berechnet und dargestellt werden können, ist dies aufgrund der hohen Komplexität (z.B. Artendynamik aufgrund inter- und intraspezifischer Konkurrenz, abhängig von Ausgangsbestand und nachfolgender Bewirtschaftung) der Bestandesaufnahmen nicht möglich.

Wie sich einzelne Wiederholungen, deren Mittelwerte in die Darstellung eingehen verhalten, wird nicht ersichtlich. Dies bedeutet:

Die Qualität der Aussagen ist nicht zu beurteilen.

Im Beispiel: Um die Abweichung der Wiederholungen vom Mittel zu veranschaulichen, werden die Aufnahmen in einen Achsenrahmen der durch die EA der drei in 1996 am stärksten differierenden Arten bestimmt, lokalisiert.

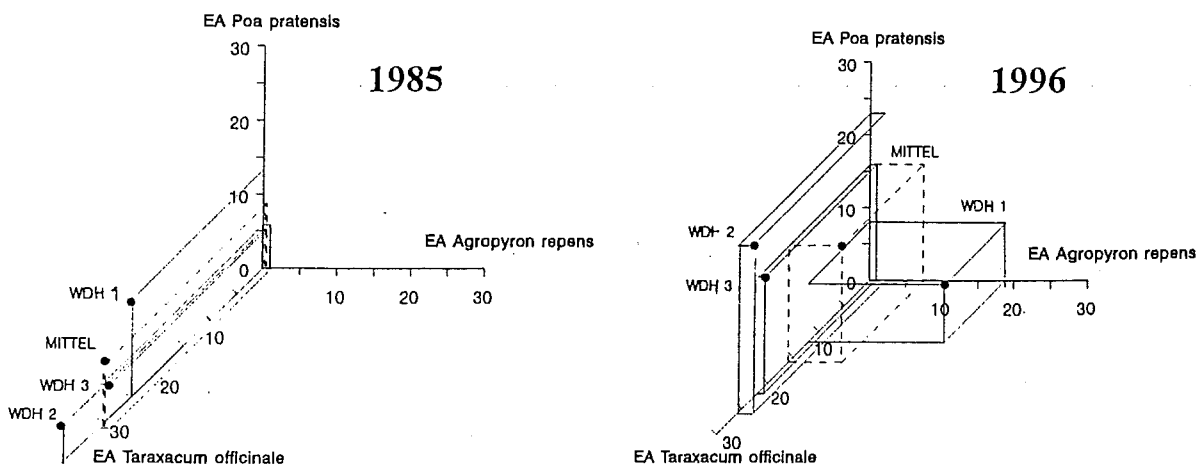


Abb. 2: Darstellung der Wiederholungen der Variante 1 und ihrer Mittelwerte im Achsensystem der 1996 am stärksten differierenden Arten.

Hier wird deutlich, wie die „untypische“ Wiederholung 1, die einen ganz anderen Entwicklungstyp als die beiden anderen Wiederholungen repräsentiert, den Mittelwert verschiebt. Offensichtlich treten hier Einflüsse auf, die über die Effekte der Versuchsfaktoren hinaus gehen, und u.U.

bei der Interpretation der Mittelwerte außer Acht bleiben. Um die „Verfälschung“ der Mittelwerte durch untypische Wiederholungen zu verhindern sind Ähnlichkeitsvergleiche für Bestandsaufnahmen (schon zu Versuchsbeginn) notwendig, mit deren Hilfe sich „Ausreißer“ erkennen lassen.

3. Wie lassen sich Bestandesähnlichkeiten/ -unterschiede in Zahlen fassen?

In Vegetationskunde und Freilandökologie wurden Ähnlichkeitsmaße (GLAVAC, 1996) entwickelt, mit deren Hilfe paarweise Vergleiche zwischen Aufnahmen möglich sind (Tab.2):

Tab. 2: Ähnlichkeitsmaße zum Vergleich zweier Bestandsaufnahmen

Renkonens Zahl	Ellenbergs - Index	Spatz' - Index
$Re(\%) = \sum_{i=1}^c \min EA(c)$	$K_E(\%) = \frac{100}{\left(\frac{EA(a)+EA(b)+EA(c)}{2} \right)}$	$K_{SPATZ} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{EA_{in}}{EA_{max}}}{a+b+c} * \frac{EA(c)}{EA(a)+EA(b)+EA(c)}$
bewertet gemeinsame Arten, gibt die Ähnlichkeit als Summe der jeweils geringeren EA zweier Aufnahmen an.	bewertet auch Arten, die nur in einer Aufnahme vorkommen, differenziert nicht bei gleicher Artengarnitur in unterschiedlichen Ertragsanteilen.	differenziert sowohl nach Arten wie nach deren EA, differenziert Bestände gleicher Massenbildner, die sich aber in mehreren Arten geringer EA unterscheiden
EA: Ertragsanteil der jeweiligen Art(en) a: Arten, die nur in Aufnahme A auftreten b: Arten, die nur in Aufnahme B auftreten c: Arten, die beiden Aufnahmen gemeinsam sind		

Aufgrund seiner genauesten Differenzierung eignet sich der Index von SPATZ (1970) für die Auswertung von Grünlandversuchen am besten (MÜLLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974).

4. Interpretation der Ähnlichkeiten

Im Beispiel ergeben sich für den paarweisen Vergleich der Wiederholungen der Var. 1 in den Jahren 1985 und 1996 sowie im Vergleich der Aufnahmetermine der Wiederholungen die in Tabelle 3 u. 4 aufgeführten Index-Werte.

Tabelle 3: Ähnlichkeiten zwischen den Wiederholungen der Var. 1

Vergleichspaar Wiederholung	1985			1996		
	1 - 2	2 - 3	1 - 3	1 - 2	2 - 3	1 - 3
Spatz Index	0,55	0,52	0,37	0,24	0,32	0,20

Tabelle 4: Ähnlichkeiten zwischen den Aufnahmetermenen der Wiederholungen

Vergleichspaar	1/1985 - 1/1996	2/1985 - 2/1996	3/1985 - 3/1996
Spatz Index	0,27	0,32	0,23

Da für das Grünlandversuchswesen keine Mindestanforderungen für die Ähnlichkeit von Pflanzenbeständen bekannt sind, kann nur im Vergleich interpretiert werden.

Das Beispiel zeigt: bei höheren oder gleichen Ähnlichkeiten der einzelnen Wiederholungen zwischen 1985 und 1996 (Tab. 4) gegenüber den Ähnlichkeiten zwischen den Wiederholungen 1996 (Tab. 3) überwiegt der individuelle Einfluß der Parzellen auf die Bestandsentwicklung den Versuchseinfluß. Das heißt: Unter der Prämisse, daß gleiche Versuchsfaktoren auf ähnliche Bestände ähnliche Wirkungen haben und sich ähnlich entwickeln müssen, lassen sich die beobachteten Veränderungen zwar als Folge des Versuchs erkennen, über die Richtung des Versuchseinflusses

ist jedoch kaum eine Aussage möglich. Die sich aus allen paarweisen Vergleichen der Varianten und Wiederholungen eines Versuchsjahres ergebende Ähnlichkeitsmatrix kann einer Clusteranalyse unterzogen, als *Dendrogramm* dargestellt und damit veranschaulicht werden (Abb. 2). Zur Erstellung des Dendrogrammes aus der Distanzmatrix aller möglichen Paarvergleiche wurde hier nach dem „Complete Linkage Verfahren“ vorgegangen: die Ähnlichkeit zwischen einer Aufnahme und einem Cluster ist als Abstand zur entferntesten Aufnahme des Clusters definiert.

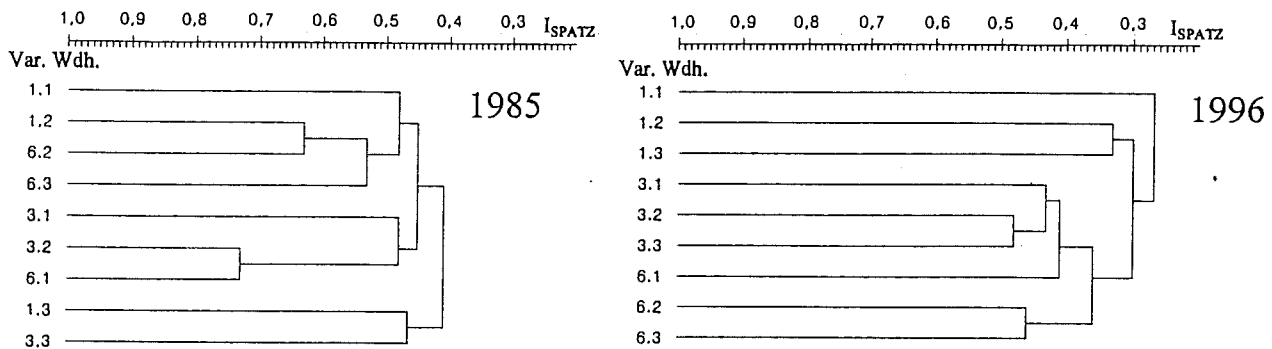


Abb. 3: Dendrogramme der Ähnlichkeiten der Parzellen 1985 (links) und 1996

Daraus wird ersichtlich:

1. In 9 Versuchsjahren verlief die Bestandsentwicklung so divergent, daß die Ähnlichkeit der Wiederholungen gegenüber dem Ausgangsbestand abnahm (1985: $\bar{\varnothing}=0,52$; 1996 $\bar{\varnothing}=0,38$).
2. Die Ähnlichkeiten innerhalb der Wiederholungen sind z.T. geringer als zwischen Varianten: Mittelwertbildung erscheint daher zumindest fragwürdig, wenn nicht gar unzulässig.

5. Resumé

- In Ertragsanteilen erfaßte Bestände bieten sich für die Auswertung der Bestandesähnlichkeit an, wobei sich der **Index von SPATZ (1970)** am besten als Vergleichsmaß eignet. Schwachpunkt bleibt die **Schätzung** der Ertragsanteile.
- Über **Clusterbildung** lassen sich die Ähnlichkeiten zwischen Beständen gut darstellen.
- Bestandesentwicklungen sind nur dann interpretierbar, wenn eine **Mindestähnlichkeit** zwischen den Wiederholungen gegeben ist. Diese muß in jedem Fall größer oder gleich der Ähnlichkeit zwischen verschiedenen Varianten sein.
- Das Erreichen eines gleichen Ähnlichkeitsniveaus zwischen den Wiederholungen zeugt von einer Stabilisierung der Bestände.
- Die Betrachtung der Ähnlichkeit erhöht die Qualität der Aussagen über Bestandesentwicklungen in Parzellenversuchen. Die Ähnlichkeit der Parzellen vor **Versuchsbeginn** zeigt die durch Homogenität der Fläche und Parzellengröße bestimmte Eignung der Versuchsfläche.
- mit **PC-Programmen** zur Vegetationsauswertung (z.B. SORT 3, ACKERMANN & DURKA) sind Berechnungen von Ähnlichkeitsmaßen und Clusteranalysen problemlos durchzuführen.

6. Literatur

- GLAVAC, V., 1996: Vegetationsökologie. Fischer, Stuttgart.
- KLAPP, E., 1930: Zum Ausbau der Graslandbestandsaufnahme zu landwirtschaftswissenschaftlichen Zwecken. Pflanzenbau 6: 197-210.
- MÜLLER-DOMBOIS, D. & H. ELLENBERG, 1974: Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley & Sons, New York.
- SPATZ, G., 1970: Pflanzengesellschaften, Leistungen und Leistungspotential von Allgäuer Alpweiden in Abhängigkeit von Standort und Bewirtschaftung. Diss. TH München.

Bestandeszusammensetzung, Futterqualität und Ertragsentwicklung bei Extensivierung von Niedermoorgrünland

von
Eich, Susanne; Bockholt, Renate; Belau, Luzian

Agrarwissenschaftliche Fakultät, Universität Rostock

1. Versuchsproblematik und Versuchsziel

Im Zusammenhang mit Extensivierungsmaßnahmen stellt sich die Frage nach den Möglichkeiten der Qualitäts- und Ertragssicherung für eine effiziente Tierhaltung. Gerade auf den Niedermooren erscheint es problematisch, das ehemals intensiv genutzte Saatgrünland zu autochthonen und futterwirtschaftlich wertvollen Beständen zu überführen. Aufgrund dessen sollen die Folgen reduzierter Grünlandnutzung und -düngung für den Bestand auf einem tiefgründigen Niedermoor in M/V quantifiziert werden. Ziel ist die Untersuchung der Veränderungen hinsichtlich Bestandesentwicklung, Futterqualität und Ertragsniveau. Von besonderem Interesse ist die vergleichende Prüfung von Thomassulfatkali, da im Gegensatz zu chloridhaltigen Kalidüngern der Einsatz von Kalisulfat im Ökologischen Landbau zugelassen ist.

2. Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung

Der 3-faktorielle Versuch wurde im Jahr 1994 in der Moorversuchsstation Klein Markow der Universität Rostock angelegt (565 mm Jahresniederschlag, 8,1° Jahrestemperatur). Es handelt sich hier um ein Durchströmungsmoor der Torfart Riedtorf und des Bodentyps Mulm (TITZE, 1994). Die Grundwasserganglinie beträgt 0-75 cm. Bis zum Jahr 1992 wurde die Fläche intensiv genutzt, im Anschluß daran erfolgte eine zweijährige Aushagerung. Die P- und K-Gehalte des Bodens sind der Gehaltsklasse A zuzuordnen.

Die in den Versuch einbezogenen Faktoren sind Tab. 1 zu entnehmen. Die Anlage erfolgte in vierfacher Wiederholung.

Tab. 1: Prüffaktoren

Faktor A	1 - Niedermoor - Sanddeckkultur 2 - Niedermoor - Schwarzkultur
Faktor B	1 - Schnittnutzung mit 2 Schnitten/Jahr 2 - Schafweide mit 4 Umtrieben/Jahr
Faktor C	1 - ohne Düngung 2 - reduzierte PK-Düngung mit Triplesuperphosphat, 60er Kali 3 - ökologische PK-Düngung mit Thomassulfatkali 4 - reduzierte NPK-Düngung wie bei 2 mit zusätzlich KAS

Das Düngungsniveau wurde für den geschätzten Entzug von 50-70 dt/ha TM berechnet und bemessen auf 30 kg/ha P, 90 kg/ha K und 120 kg/ha N.

Die Ertragsbestimmung erfolgte zu jedem Aufwuchs durch Parzellenernte bei Schnittnutzung bzw. Probemahd bei Weidenutzung.

Zur Prüfung der Bestandesentwicklung wurde vor jedem Schnitt bzw. zum 1. und 4. Umtrieb eine Ertragsanteilschätzung durchgeführt.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Auswirkungen auf den Bestand

Hauptbestandsbildner waren: Rispen (*Poa spp.*), Quecke (*Agropyron repens*), Rasenschmieie (*Deschampsia caespitosa*) und Weiche Trespe (*Bromus mollis*) sowie Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) und Hahnenfuß (*Ranunculus repens*) als dominierende Kräuter. Zunehmend etablierte sich auch der Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*).

In Abhängigkeit von den Prüffaktoren waren deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung des Bestandes zu beobachten. Die größte Rolle in dieser Hinsicht spielte die Standortfrage (Tab. 2). Während auf der besandeten Fläche die Gräser (vor allem Quecke und Rispe) dominierten, konnten sich auf der Schwarzkultur verstärkt Kräuter durchsetzen. Auf diesem Standort waren die Anteile der Quecke unbedeutend, hier etablierte sich vorrangig die Rasenschmieie. Bei Verzicht auf Düngung erhöhte sich der Kräuteranteil, vor allem von *Ranunculus repens*, erheblich. Zwischen den beiden PK-Varianten gab es keine nennenswerten Unterschiede.

Tab. 2: Ertragsanteile des 1. Aufwuchses in Abhängigkeit von Nutzung, Standort und Düngung in %

	Zweischchnittnutzung				Weidenutzung			
	1995		1996		1995		1996	
Sanddeckkultur	Gräser	Kräuter	Gräser	Kräuter	Gräser	Kräuter	Gräser	Kräuter
ohne Düngung	94	6	89	11	69	31	85	15
reduzierte PK-Düngung	92	8	89	11	69	31	85	15
ökologische PK-Düngung	95	5	90	10	77	23	85	15
reduzierte NPK-Düngung	93	7	90	10	77	23	88	12
Schwarzkultur								
ohne Düngung	58	42	73	27	65	35	57	43
reduzierte PK-Düngung	65	35	80	20	63	37	60	40
ökologische PK-Düngung	67	33	81	19	71	29	62	38
reduzierte NPK-Düngung	78	22	81	19	73	27	66	34

3.2. Auswirkungen auf die Futterqualität

Als Parameter der Futterqualität sollen der Rohproteingehalt, die nach FRIEDEL (1990) geschätzte Verdaulichkeit der OM sowie die daraus errechneten Energiekonzentrationen im Futter betrachtet werden.

Den größten Einfluß übte die Reduzierung der Nutzungshäufigkeit und der damit verbundene späte erste Schnitt aus (Tab. 3). Bei extensiver Wiesennutzung nahm die Verdaulichkeit der organischen Masse ab. Auf der wüchsigen Sanddeckkultur sanken die daraus resultierenden Energiegehalte bis auf 4,6 MJ NEL. Den Anforderungen bei Fütterung von Leistungsrindern kann bei Zweischchnittnutzung generell nicht entsprochen werden. Hier sind Mindestgehalte von 5,8 MJ NEL erforderlich.

Das Futter der 4maligen Weidenutzung wies aufgrund der frühen Beweidung eine deutlich höhere Verdaulichkeit auf (Tab. 4). Die dementsprechend höheren Energiegehalte werden unter diesen Bedingungen auch den Ansprüchen von Leistungsrindern gerecht.

Hinsichtlich der PK-Düngung konnten keine signifikanten Differenzen festgestellt werden.

Tab. 3: Signifikanz und Mittelwerte ausgewählter Parameter der Futterqualität bei **Zweischrittnutzung** (Student-Newman-Keuls-Test)

	1994			1995		
	RP %	V/OM %	MJ NEL	RP %	V/OM %	MJ NEL
A: Moorkultur F-Test	+	+++	+++	++	+++	+++
Sanddeckkultur	13,9	66,3	5,2	13,1	61,6	4,6
Schwarzkultur	15,9	69,1	5,7	15,3	65,8	5,4
B: Aufwuchs F-Test	+++	+++	+++	+++	n.s.	n.s.
1. Schnitt	10,9	64,2	5,2	12,1	63,2	5,1
2. Schnitt	19,0	71,2	5,8	16,3	64,2	5,0
C: Düngung F-Test	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
ohne Düngung	14,8 a	67,1 a	5,4 a	15,5 a	62,5 a	4,9 a
reduzierte PK-Düngung	14,3 a	68,4 a	5,5 a	13,1 a	64,1 a	5,0 a
ökologische PK-Düngung	14,3 a	68,1 a	5,5 a	13,6 a	64,2 a	5,1 a
reduzierte NPK-Düngung	16,4 a	67,2 a	5,4 a	14,6 a	64,0 a	5,0 a
Wechselwirkungen						
Faktor A x Faktor B	n.s.	n.s.	+++	n.s.	+++	+++
Faktor A x Faktor C	n.s.	n.s.	+	++	+	n.s.
Faktor B x Faktor C	n.s.	+	+	n.s.	n.s.	n.s.

Tab. 4: Signifikanz und Mittelwerte ausgewählter Parameter der Futterqualität bei **Beweidung** (Student-Newman-Keuls-Test)

	1994			1995		
	RP %	V/OM %	MJ NEL	RP %	V/OM %	MJ NEL
A: Moorkultur F-Test	n.s.	n.s.	+++	n.s.	+	+++
Sanddeckkultur	20,8	73,9	5,9	21,9	76,8	6,3
Schwarzkultur	21,2	74,2	6,2	21,8	77,6	6,8
B: Aufwuchs F-Test	+++	+++	n.s.	+++	+++	++
1. Aufwuchs	22,3 c	73,6 a	6,1 a	17,0 a	77,2 b	6,5 a
2. Aufwuchs	17,3 a	73,3 a	6,0 a	22,9 c	78,4 c	6,6 a
3. Aufwuchs	23,6 d	73,0 a	6,0 a	20,9 b	77,1 b	6,5 a
4. Aufwuchs	20,8 b	76,3 b	6,1 a	26,6 d	75,9 a	6,8 b
C: Düngung F-Test	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	+
ohne Düngung	21,9 a	73,3 a	6,0 a	22,0 a	77,2 a	6,6 ab
reduzierte PK-Düngung	20,0 a	73,9 a	6,0 a	21,3 a	77,1 a	6,5 a
ökologische PK-Düngung	20,4 a	74,1 a	6,0 a	21,1 a	76,7 a	6,5 a
reduzierte NPK-Düngung	21,8 a	74,8 a	6,1 a	23,1 a	77,7 a	6,7 b
Wechselwirkungen						
Faktor A x Faktor B	+++	+++	+++	+	n.s.	+++
Faktor A x Faktor C	+++	n.s.	n.s.	+	+	n.s.
Faktor B x Faktor C	++	++	++	n.s.	++	+++

3.3. Auswirkungen auf den Ertrag

In Bezug auf den Ertrag wirkten alle drei Prüffaktoren signifikant (Tab. 5). Vor allem die Sanddeckkultur war bei extensiven Bewirtschaftungsbedingungen überlegen.

Durch die Düngung hat sich jedoch auch auf der Schwarzkultur ein relativ hohes Ertragsniveau eingestellt.

Tab. 5: Durchschnittliche Jahreserträge in Abhängigkeit von den Prüffaktoren (in dt/ha TM)

	Besandung		Schwarzkultur	
	1994	1995	1994	1995
Schnittnutzung				
ohne Düngung	90,8	107,2	38,4	41,1
reduzierte PK-Düngung	88,4	113,0	61,8	90,0
ökologische PK-Düngung	100,6	125,8	55,8	96,7
reduzierte NPK-Düngung	98,9	134,1	65,3	104,8
Weidenutzung				
ohne Düngung	66,6	67,6	53,4	45,3
reduzierte PK-Düngung	74,9	77,0	63,4	64,1
ökologische PK-Düngung	70,5	76,8	63,2	64,6
reduzierte NPK-Düngung	83,9	89,7	65,2	69,6

Signifikante Differenzen im Hinblick auf die PK-Düngung konnten bei zweimaliger Schnittnutzung festgestellt werden. Auf der besandeten Fläche hat sich in beiden Jahren eine vorteilhafte Wirkung der Düngung mit Thomassulfatkali gezeigt.

Der Verzicht auf Düngung hat sich vor allem auf der Schwarzkultur eindeutig negativ bemerkbar gemacht. Trockenmasseerträge von <50 dt/ha/Jahr weisen auf Ertragsdepressionen infolge von Kalimangel hin. Der erforderliche Mindestertrag von 20 dt/ha TM je Aufwuchs wurde nur zur ersten Nutzung erreicht. Daher sollte auf eine Kalidüngung keinesfalls verzichtet werden. Dies bestätigt auch KÄDING (1991). Infolge des geringen K-Speichervermögens der Niedermoore kann es zu Ertragseinbußen kommen, so daß eine PK-Düngung je nach Bedarf und Bewirtschaftungsform durchgeführt werden sollte. Auf eine zusätzliche N-Düngung kann jedoch offenbar verzichtet werden.

4. Zusammenfassung

Im Rahmen des Versuchs wurden die Faktoren Moorkultur, Nutzung und Düngung geprüft. In Bezug auf die Düngung wurde Thomassulfatkali als ein im Ökologischen Landbau zugelassenes Düngemittel einbezogen.

Im Hinblick auf die Bestandesentwicklung wurden deutliche Unterschiede in Abhängigkeit vom Standort festgestellt. Geringfügige Unterschiede zeigten sich indes in Abhängigkeit vom Düngungsregime.

Die Futterqualität wurde vor allem vom Standort und der Nutzungshäufigkeit signifikant beeinflusst. Unter den Bedingungen der Weidenutzung konnte eine für Leistungsrinder ausreichende Futterqualität gewährleistet werden.

Hinsichtlich des Ertrages wirkten alle Prüffaktoren signifikant. Auf der Sanddeckkultur wurde ein positiver Einfluß der Düngung mit Thomassulfatkali festgestellt. Völlig unzureichend sind die Erträge der ungedüngten Variante der Schwarzkultur.

Literatur

TITZE, E.: unveröffentlichte Mitteilungen, 1994

FRIEDEL, K.: Die Schätzung des energetischen Futterwertes von Grobfutter mit Hilfe einer Zellulosemethode. - in: Wiss. Z. Uni Rostock, 39 (1990) 8, S. 78-86

KÄDING, H.: Optimale PK-Düngung bei extensiver Grünlandbewirtschaftung auf Niedermoor. - in: Das wirtschaftseigene Futter. 37 (1991) 1+2, S. 79ff.

Konzepte zur Entwicklung der Bergbaufolgelandschaft im Südraum Leipzig mit Nutztieren und Agroforstwirtschaft

von

Svenne Eichler und Felix Herzog

Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH

1. Einleitung

Tagebaugebiete unterliegen extremen Landschaftsveränderungen, in deren Verlauf die biologische Vielfalt reduziert und natürliche gewachsene Böden zerstört werden. Mit der Ratifizierung der Biodiversitätskonvention von 1992 in Rio de Janeiro hat sich jedoch die Bundesregierung dem Schutz der biologischen Vielfalt und der nachhaltigen Nutzung der natürlichen Ressourcen verpflichtet und ihr Beirat für globale Umweltveränderungen hebt in diesem Zusammenhang die Degradation und den Verlust von Böden als ein Kernproblem hervor (WBGU, 1997). Ziel der Rehabilitierung und Renaturierung von Tagebauregionen muß daher die Erhöhung der Biodiversität und die nachhaltige Rekultivierung der Kippenböden sein.

Die Region südlich der Stadt Leipzig war ursprünglich durch Landwirtschaft auf fruchtbaren Böden charakterisiert und von kleinen Flüssen mit angrenzender Grünlandvegetation und Auwäldern durchzogen. Seit Beginn diesen Jahrhunderts werden mehrere oberflächennahe Kohleschichten im intensiven Tagebaubetrieb abgebaut. Dadurch und durch die damit verbundene industrielle Entwicklung wurde ein Gebiet von ungefähr 600 km² tiefgreifend verändert (HERZOG und HEINRICH, 1997). Heute werden alternative Formen der Landnutzung gesucht, um diese Region zu revitalisieren (EICHLER und HERZOG, 1997).

2. Methoden

Die Untersuchung basiert auf Literaturrecherchen, der Auswertung von Statistiken, Expertenbefragungen und der digitalen Analyse von Luftbildern, topographischen und thematischen Karten des Untersuchungsraumes (Trapez mit RW 4518360 / HW 5683666; RW 45534837 / HW 5683666; RW 4518360 / HW 5657534; RW 4539701 / HW 5657534) unter Nutzung eines Geographischen Informationssystems.

3. Ergebnisse und Diskussion

Durch den Tagebau sind Landschafts-„kategorien“ entstanden, die in Zukunft starken Veränderungen unterliegen werden: Offener Tagebau, Kippenflächen mit spontaner Vegetation, Böschungen und landwirtschaftlich rekultivierte Flächen (Tabelle 1).

Offene Tagebaue und Kippenflächen stehen noch zur Rekultivierung an. Für Böschungen und landwirtschaftlich rekultivierte Flächen werden Landnutzungsalternativen gesucht, welche eine Erhöhung der Biodiversität mit sich bringen und die Erhaltung und Verbesserung der Bodenqualität erlauben. Mögliche Wege diese Ziele zu erreichen, sind:

Extensive Beweidung: Durch den Einsatz verschiedener Tierarten in spezifischen Weideverfahren wird eine Kontrolle und gezielte Entwicklung der Vegetation angestrebt. Die Beweidung muß an die lokalen Standortbedingungen angepaßt sein. Es treten enge Interaktionen zwischen den Tieren (Verbiß, Tritt, Nährstoffein- und -austrag) und den Standortbedingungen (Klima, Topographie, Vegetation, Parasiten) auf. Aufgrund des stark variierenden Futterwertes des Pflanzenaufwuchses auf den rekultivierten Böden scheinen Schafe besser geeignet als Rinder. Für bestimmte Flächen könnten auch Mutterkühe und Damwild geeignet sein. Das größte Problem bei der Beweidung von als Grünland rekultivierten Kippenböden liegt in der Anpassung des Tierbesatzes an die Fläche, da Kippenböden in besonderem Maße verdichtungsgefährdet sind.

Agroforstwirtschaft: Die Integration von Bäumen und Sträuchern in Agrarlandschaften schafft Habitate für Vögel, Arthropoden und kleine wildlebende Säugetiere und reduziert gleichzeitig die Flächenstilllegung von Ackerland, diversifiziert das Einkommen der Landwirte und verbessert die optische Qualität dieser monotonen Landschaften. Schnell wachsende Bäume sollten zur Holzproduktion genutzt werden, wie z.B. *Populus* sp., *Prunus avium*, *Gleditsia triacanthos*, *Betula pendula*, etc. Die Pflanzdichte kann zwischen 50 und 400 Bäumen pro Hektar betragen; die Distanz zwischen den Baumreihen muß der Arbeitsbreite der landwirtschaftlichen Maschinen angepaßt werden. Die landwirtschaftliche Nutzung zwischen den Baumreihen kann ackerbaulicher Art sein („Alley Cropping“) oder es wird Grünlandwirtschaft betrieben (HERZOG, 1997a, 1997b).

Tabelle 1: Landnutzung im Südraum Leipzig auf gewachsenen Böden und in vom Tagebau betroffenen Bereichen (Auswertung basierend auf BERKNER, 1991).

	Gewachsene Böden		Vom Tagebau betroffene Bereiche	
	km ²	%	km ²	%
Offener Tagebau			22,9	3,9
Kippenflächen mit spontaner Vegetation			42,4	7,3
Böschungen			29,0	5,0
Landwirtschaftlich genutzte Flächen	222,1	38,1	71,7	12,3
Wald	24,7	4,2	38,8	6,7
Wasserflächen	3,0	0,5	6,0	1,0
Zukünftiger Tagebaubereich, Brachen	22,1	3,8		
Siedlungen, Freizeitflächen	66,9	7,6		
Tagebauanlagen, Industrie und Verkehr	21,2	3,6		
Andere Nutzungen	1,0	0,2	10,6	1,8
Gesamt	361,0	62,0	221,4	38,0

Extensive Beweidung und Agroforstwirtschaft können die Umweltqualität in den in Tabelle 1 aufgeführten Landschafts-„kategorien“ verbessern, in denen Landschaftsveränderungen hauptsächlich stattfinden werden:

Offener Tagebau: Künftig wird vorrangig forstliche Rekultivierung durchgeführt. Eine vielfältige Landnutzung beinhaltet jedoch die Freihaltung eines gewissen Anteils an Offenland. Dies kann durch Beweidung erreicht werden, wobei die Auswahl der Tierarten von der Boden- und Vegetationsqualität abhängt. Damwildhaltung kann die Attraktivität für die Erholung erhöhen.

Kippenflächen mit spontaner Vegetation: Diese stehen noch zur Rekultivierung an. In weiten Bereichen haben sich jedoch wertvolle Biotope etabliert, die aufgrund ihrer hohen Artendichte und/oder weil sie gefährdete Arten beherbergen, schützenswert sind. Durch den Einsatz von Weidetieren mit angemessener Besatzdichte können Stadien der Sukzession erhalten werden, die für den Naturschutz von Interesse sind. Tabelle 2 zeigt den Pflanzenreichtum einer Sukzessionsfläche. Nur 44% der krautigen Pflanzenarten werden von Rindern akzeptiert; andere Tierarten - in erster Linie Schafe - könnten für viele Flächen besser geeignet sein. Aufgrund der großen Standortsunterschiede können jedoch keine generellen Empfehlungen gegeben werden.

Tabelle 2: Vorkommen von Pflanzenarten und deren Schmackhaftigkeit für Rinder auf verschiedenen Bergbaufolgeflächen (zusammengestellt nach DURKA et al., 1996; LMBV, 1992; KÖNIG, 1994).

	Kippenflächen mit spontaner Vegetation		Böschungen	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Pflanzenarten	238		24	
Futterpflanzen	82	34,4	22	91,7
davon				
- bevorzugt	7	8,5	3	13,6
- gern gefressen	11	13,4	11	50,0
- gefressen	18	22,0	6	27,3
- ungerne gefressen	15	18,3	2	9,1
- meist gemieden	20	24,4	-	-
- völlig gemieden	11	13,4	-	-

Böschungen: Um Erosion zu verhindern ist auf Böschungen die schnelle Etablierung einer Vegetationsbedeckung von zentraler Bedeutung. 91% der dazu üblicherweise eingesetzten Pflanzenarten werden von Rindern akzeptiert (Tabelle 2). Aufgrund des Neigungswinkels werden jedoch die meisten Böschungen mit Schafen gehütet. Die Anpflanzung von Bäumen und Sträuchern würde dazu beitragen, die Erosion weiter zu reduzieren.

Rekultivierte Flächen: Die landwirtschaftliche Rekultivierung führte zu einer ausgeräumten Landschaft mit wenig ökologischer Infrastruktur. Das ist der vorrangig auf technologische Anforderungen ausgerichteten Rekultivierung geschuldet. Mit einer durchschnittlichen Schlaggröße von 50,8 Hektar waren die Schläge des Regierungsbezirkes Leipzig die größten in Ostdeutschland (DITTRICH, 1989). Nahezu die Hälfte dieser Böden werden im Rahmen des EU-Flächenstilllegungsprogramms aus der Produktion genommen (GÖTZE und STAHL, 1996). Silvopastorale Agroforstwirtschaft wäre eine pragmatische Landnutzungsalternative für diese Flächen. Die Bewirtschaftung des Grünlandes sollte verhältnismäßig intensiv fortgesetzt werden, um die Bildung von organischer Masse und Bodenstruktur zu fördern. Bäume bieten Weidetieren, v.a. Mutterkühen, Schutz vor der Witterung.

4. Schlußfolgerungen

Diversifizierte Landnutzungssysteme haben das Potential, mehr Umweltleistungen zu erbringen als Monokulturen. Die Einführung von Dauerkulturen und Weidetieren in die Altkippenbereiche der Bergbaufolgelandschaften im Südraum Leipzig würde dazu beitragen, sowohl die

Bodenqualität als auch die biologische Vielfalt zu erhöhen. In den Teilen, die noch zur Rekultivierung anstehen, können Wiederkäuer eine bedeutende Rolle spielen hinsichtlich des Managements von semi-natürlichen Ökosystemen. Ihr Einsatz muß im Experiment optimiert und an die Standortbedingungen angepaßt werden.

Die gültigen Gesetze und Verordnungen erschweren jedoch die Implementierung alternativer Formen der Landnutzung. Der ökonomische Druck auf die Land- und Forstwirtschaft läßt nur wenig Spielraum für neue, unkonventionelle Lösungen. In Regionen wie der hier untersuchten, in denen der Mensch so stark in die biotischen und abiotischen Systeme eingegriffen hat, sollten ökonomische und rechtliche Gegebenheiten der Notwendigkeit untergeordnet werden, den Naturhaushalt zu stabilisieren und revitalisieren.

Literatur

- BERKNER, A., 1991: Südraum Leipzig - Realnutzung. Karte der Regionalen Planungsstelle beim Staatlichen Umweltfachamt Leipzig.
- DITTRICH, G., 1989: Ergebnisse analytischer Untersuchungen zur Entwicklung der Schlaggrößen in den LPG und VEG Pflanzenproduktion. *Feldwirtschaft* 30, 22 - 23.
- DURKA, W., M. ALTMOOS, A. LAUSCH und K. HENLE, 1996: Landschaftsentwicklung und Biotopgestaltung in der Bergbaufolgelandschaft. Unpublished. Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, 1996, 174 S.
- EICHLER, S. und F. HERZOG, 1997: Concepts for mining landscape development in eastern Germany with grazing animals and agroforestry. Proceedings of the XVIII International Grassland Congress, June 8 - 19 in Winnipeg, Manitoba, Saskatoon, Saskatchewan (Canada).
- GÖTZE, H. und H. STAHL, 1996: Statusbericht zur Rekultivierung im Freistaat Sachsen 1995. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft 1(3), 25 - 55.
- HERZOG, F., 1997a: Konzeptionelle Überlegungen zu Agroforstwirtschaft als Landnutzungsalternative in Europa. *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung* 38(1), 32 - 35.
- HERZOG, F., 1997b: Stand der agroforstlichen Forschung in West- und Mitteleuropa. *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung* 38(4), 145 - 148.
- HERZOG, F. und K. HEINRICH, 1997: Die Landwirtschaft im Südraum Leipzig - Nachhaltig geschädigt. In: I. RING (Hrsg.) Nachhaltige Entwicklung in Industrie- und Bergbauregionen - eine Chance für den Südraum Leipzig? Stuttgart, Leipzig, Teubner Verlag, 191 - 220.
- KÖNIG, H., 1994: Rinder in der Landschaftspflege. *LÖBF-Mitteilungen* 3, 25 - 31.
- WBGU - GERMAN ADVISORY COUNCIL ON GLOBAL CHANGE, 1997: World in Transition: The Research Challenge. 1996 Annual Report. Berlin: Springer, 193 pp.

Diese Untersuchungen werden teilweise gefördert durch das BMBF, FKZ 0339657. Adresse der Autoren: Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle, Permoserstr. 15, 04318 Leipzig. Email: eichler@pro.ufz.de, herzog@alok.ufz.de

Wirkung organischer und mineralischer Düngung auf Dauergrünland unter Mäh- und Mähweidenutzung

Martin Elsäßer, Hans-Georg Kunz und Gottfried Briemle
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt Aulendorf

1. Einleitung

Bei der Düngung von Grünland mit organischen Düngern überwiegt die Verwendung von Flüssigmist, was in erster Linie auf die unbestreitbaren arbeitswirtschaftlichen Vorteile gegenüber den Festmistverfahren zurückzuführen ist. Allerdings kommt der Verwendung von Stallmist vor allem in kleineren Betrieben nach wie vor Bedeutung zu.

Ungeklärt war bislang die Frage, inwieweit organische Düngesysteme, wie sie vor allem im biologischen Landbau verwendet werden, Auswirkungen hinsichtlich der Ertragsleistung und anderer pflanzenbaulich relevanter Parameter haben. Vor allem ist derzeit immer noch wenig über die Verwendung von Mistkompost auf Grünland bekannt. Mistkompost ist ein unter gesteuerten Bedingungen (Ausgangsmaterial, Schichtung, Zuschlagstoffe, Umsetzung, Abdeckung u.ä.) und unter Mitwirkung von in der Regel aeroben Mikroorganismen umgesetzter Stallmist. Das Ziel der Kompostierung ist dabei nicht vorrangig die Vermeidung von Nährstoff- insbesondere Stickstoffverlusten, sondern die Schaffung eines insgesamt wertvolleren organischen Düngers. Kompostierung hat allerdings den Nachteil, daß große Verluste an Düngeleistung (Vitalenergie) entstehen (RUSCH, 1968). Je nachdem, welche Ausgangsbedingungen existieren, können die Verluste an Stickstoff während des Umsetzungsprozesses durchaus bis zu 30 % betragen

Zur Klärung der Versuchsfrage wurden von der LVVG-Aulendorf im Jahr 1983 auf einem nach biologisch dynamischen Grundsätzen wirtschaftenden Betrieb entsprechende Untersuchungen aufgenommen.

2. Material und Methoden

Der Versuchsstandort liegt auf 680 m ü. NN, die mittlere Jahrestemperatur bei 7.0 °C, die jährliche Niederschlagsmenge bei ca. 1.000 mm.

Der Versuch wurde 1982 (Mähteil)/1983 (Mähweideteil) als zweifaktorielle Spaltanlage mit Parzellengrößen von 25 m² auf einem Dauergrünland eines nach biologisch-dynamischen Grundsätzen wirtschaftenden Betriebes angelegt.

Alle Varianten (Tabelle 1) wurden grundsätzlich zur 2. und 4. Nutzung gedüngt. Die Zugabe von Gesteinsmehl (Var. 7) bzw. Hüttenkalk (Var. 8) auf die Fläche erfolgte zur 1. und 3. Nutzung. Stallmist, Mistkompost und Jauche (während der ersten Versuchsjahre) entstammen vom Betrieb selbst; die im Versuch ausgebrachte Gülle und seit einigen Jahren auch die Jauche, entstammen dem landwirtschaftlichen Betrieb der LVVG-Aulendorf.

Tab.1 zeigt die im Mittel der 12 Versuchsjahre gedüngten Nährstoffmengen in kg/ha. Die Nährstoffmengen pro ha und Jahr schwanken allerdings beträchtlich (bei N: von 113 bis 174 kg/ha, P₂O₅: 52-120 kg/ha, K₂O: 161-268 kg/ha). Die Schwankungen lassen sich u.a. auf den Versuchsansatz zurückführen, der weniger einen Vergleich der Nährstoffwirkungen gleicher Mengen, sondern mehr den Vergleich praxisüblicher Wirtschaftsdüngersysteme zum Ziel

hatte. Die so ausgebrachten Düngermengen entsprechen in etwa der Nährstoffrücklieferung von ca. 2 RGV/ha beim Versuchsteil „Wiese“ und ca. 2,5 RGV/ha bei „Mähweide“.

Tabelle 1: Versuchsvarianten und gedüngte Nährstoffmengen im Mittel 1984 - 1995

Var.-Nr.	Düngungsvariante	Gedüngte Nährstoffmengen in kg/ha/Jahr		
		N-gesamt	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Mineraldünger (N P K)	160	120	200
2	Mineraldünger (P K)	0	120	200
3	Stallmist u. Jauche (320 dt/ha) u. (80 m ³ /ha)	113	52	186
4	Mistkompost (320 dt/ha)	160	100	161
5	Stallmist / Jauche / Mineraldünger	128	74	191
6	Gülle 75 (30/30/15) m ³ /ha	174	62	268
7	Gülle 75 (30/30/15) m ³ /ha +Gesteinsmehl	174	62	268
8	Gülle 75 (30/30/15) m ³ /ha + Hüttenkalk	174	62	268

3. Ergebnisse

3.1 Trockenmasse- und Rohproteinträge

Hinsichtlich der Trockenmasse- und der Rohproteinträge bestanden zwischen den einzelnen Düngevarianten sowohl bei Mähweide- als auch bei Weidenutzung im zwölfjährigen Mittel kaum Ertragsunterschiede (Tab. 2 und 3). Lediglich Variante 1 (NPK-mineralisch) sowie die Wechseldüngungsvariante (Var. 5) liegen im TM-Ertrag um etwa 5 % höher als PK-mineral. (Var.2) und die ausschließlich organisch gedüngten Varianten (Var. 3, 4, 6-8).

Tabelle 2: Mittlere Trockenmasseerträge (1984 bis 1995 in dt/ha)

Var.-Nr.	Wiesennutzung	GD =4,3	Mähweidenutzung	GD =4,3	Mittel-Wiese Mähweide	GD =3,0
1	108,2	ecd	119,2	a	113,7	a
2	101,6	g	106,9	efd	104,3	c
3	104,9	efg	112,0	bc	108,4	b
4	102,1	g	115,2	ba	108,6	b
5	110,5	cd	117,4	a	113,9	a
6	107,3	efd	108,4	ecd	107,9	b
7	103,6	fg	109,1	ecd	106,3	cb
8	101,1	g	111,1	bcd	106,1	cb

^{a)} unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei $\alpha = 0,05$

Desweiteren zeigte sich sowohl bei Mähweide- als auch bei Wiesennutzung ein statistisch gesicherter Mehrertrag der Wechseldüngungsvariante Var. 5 (Stallmist/Jauche/Mineraldünger), gefolgt von Variante 1 (NPK-mineralisch). Die Varianten mit ausschließlicher Verwendung von Wirtschaftsdüngern unterschieden sich beim Trockenmasseertrag nicht. Die Variante 2 (PK-mineralisch) hat die geringste Trockenmasseproduktion, weist aber beim Rohproteintrag mittlere Werte auf.

Zwischen den Nutzungsregimen bestanden deutliche Unterschiede. Mähweidenutzung ermöglichte trotz starker Beanspruchung der Grasnarbe infolge Beweidung einen Trockenmasse-Mehrertrag von etwa 7 % und von ca. 20 % bei Rohprotein.

Tabelle 3: Mittlere Rohproteinträge (1984 bis 1995 in dt/ha)

Var.-Nr.	Wiesennutzung	GD = 1,58	Mähweidenutzung	GD(5%) = 1,58	Mittel-Wiese Mähweide	GD = 0,45
1	14,74	gh	18,26	ba	16,50	b
2	14,90	gf	16,90	e	15,90	cd
3	14,80	gh	17,70	bc	16,25	cb
4	14,61	gh	18,06	b	16,33	cb
5	15,47	f	18,81	a	17,14	a
6	15,11	gf	17,35	ecd	16,23	cb
7	14,48	gh	17,04	ed	15,76	d
8	14,19	h	17,65	bcd	15,92	cd

^{*)} unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei $\alpha = 0,05$

3.2 Nährstoffentzüge und Standortnachlieferung

Die vereinfachte Nährstoffbilanz zeigt, daß im Mittel der 12 Versuchsjahre pro Jahr bei den Nährstoffen Stickstoff (N) bis zu 270 kg/ha, bei Kali (K_2O) bis zu 200 kg/ha und bei Phosphor (P_2O_5) bis ca. 40 kg/ha mehr entzogen als gedüngt wurden.

Die Phosphatgehalte im Boden veränderten sich jedoch während der Versuchsperiode, außer bei der Variante mit Mistkompost (Var. 4, ansteigend) bei Wiesennutzung nur wenig (Tabelle 4). Ähnliches trifft auch für die K_2O -Gehalte, außer bei Variante 4 (abnehmend) bzw. der Variante mit Stallmist und Jauche im Wechsel (Var. 3, zunehmend), zu.

Bei Mähweidenutzung stiegen sowohl die P_2O_5 - als auch die Kali-Gehalte, außer bei Variante 3 (P_2O_5), mehr oder weniger stark an. Die MgO -Gehalte veränderten sich außer bei Variante 4 und der Variante mit Gülle und Hüttenkalk (Var. 8) bei beiden Nutzungsregimen nicht merklich.

4. Zusammenfassung

Der 1982/83 auf Dauergrünland angelegte Vergleich von organischen mit mineralischen Düngungssystemen zeigt, daß sowohl feste als auch flüssige Wirtschaftsdünger hinsichtlich der Ertragswirkungen auf Dauergrünland im Vergleich zu Mineraldüngern keine Unterschiede aufweisen. Dies gilt gleichermaßen für Trockenmasse- wie Rohproteinträge. Die Mineraldüngergleichwerte liegen bei den reinen Wirtschaftsdüngervarianten (Varianten 3,4 u.6-8) bei etwa 95 %, bei der Wechseldüngung (Variante 5) bei 100 %. Der Rohproteintrag der Wechseldüngungsvariante war höher als der der Mineraldüngervariante. Die Erträge des Mähweideteils lagen, über alle Varianten gerechnet, beim Trockemasseertrag etwa 7 % und beim Rohproteintrag ca. 16 % über denen der Wiese.

Bei der Wechseldüngungsvariante konnte eine stark positive Ertragswirkung des im dreijährigen Turnus nach Stallmist und Jauche gedüngten Mineraldüngers festgestellt werden, was auf eine Beeinflussung des C-Haushaltes durch Mineraldünger rückschließen läßt.

Es war erstaunlich, daß trotz anfänglich sehr niedriger Gehalte der Versuchsfläche an Grundnährstoffen zu Beginn der Untersuchungen vom Standort über den Versuchszeitraum von nunmehr 14 Jahren teilweise sehr hohe Nährstoffmengen „nachgeliefert“ wurden (Entzug - Düngung = Nachlieferung des Standortes). Dies äußerte sich u.a. in einem Anstieg der Bodennährstoffgehalte einzelner Varianten, insbesondere bei Mähweidenutzung.

Tabelle 4: Bodennährstoffgehalte (in mg/100g Boden) und pH-Wert

Var.- Nr.	pH-Wert		Phosphor (P ₂ O ₅)		Kalium (K ₂ O)		Magnesium (MgO)	
	1985	1995	1985	1995	1985	1995	1985	1995
Wiese								
1	6,50	6,10	4	6	12	11	9	11
2	6,50	5,90	5	7	16	12	8	11
3	6,60	6,50	10	7	12	17	12	11
4	6,50	6,60	9	14	15	9	11	16
5	6,70	6,00	11	5	14	13	12	12
6	6,80	6,20	8	5	15	13	11	10
7	6,60	6,50	8	5	15	13	11	11
8	6,80	7,00	6	5	18	20	14	20
Weide								
1	6,40	5,90	5	10	23	19	13	16
2	6,10	5,70	6	12	20	21	12	16
3	6,50	6,10	12	10	19	30	16	15
4	6,40	6,20	9	22	20	16	15	20
5	6,40	5,90	7	10	17	21	15	16
6	6,30	5,50	7	9	18	21	14	14
7	6,40	6,20	8	9	23	25	15	16
8	6,50	6,80	5	8	22	22	15	21

Literatur

RUSCH, H.P., 1968: Bodenfruchtbarkeit - eine Studie biologischen Denkens. Haug - Verlag, Heidelberg.

N-Fixierleistung von Weißklee auf Dauergrünland bei geringer N-Düngung unter Beweidung

Pierre Ernst

Landwirtschaftskammer Rheinland, Kleve

1. Einleitung und Problemstellung

Weißklee ist die wichtigste Leguminose auf Dauergrünland. Er kommt in den Grünlandbeständen häufig vor und ist in der Regel in Standardmischungen enthalten. Bei höherer N-Düngung spielte der Weißklee in der Vergangenheit nur eine untergeordnete Rolle. Im Rahmen der standortgerechten und umweltverträglichen Grünlandwirtschaft wird der Weißklee in den letzten Jahren wieder verstärkt beachtet. Er ist in der Lage durch Wurzelknöllchenbakterien Luftstickstoff zu binden, der nach entsprechendem Transfer für die Futterproduktion zur Verfügung steht (FRAME and NEWBOULD, 1986; BOLLER, 1988). Mit Weißklee wird der Grünlandertrag nachhaltig erhöht (ENNIK, 1982; DYCKMANN, 1986; NEUENDORFF, 1996).

In langjährigen Beweidungsversuchen am Niederrhein zur Frage der Düngungsintensität auf Grünland nahm vor allem bei abnehmender N-Düngung und intensiver Nutzung der Weißkleeanteil deutlich zu. Hieraus ergab sich die Frage nach der Bedeutung des Weißklee für die N-Versorgung des Grünlandaufwuchses.

2. Material und Methoden

Die Ermittlung der N-Fixierleistung durch Weißklee erfolgte auf den Flächen des Beweidungsversuches mit Jungtieren in den Jahren 1987 und 1989 bis 1993. Der Versuchsstandort liegt auf einem kalkhaltigen, schluffigen Lehmboden (Brauner Auenboden) mit einer Grünlandzahl zwischen 72 und 75. Der pH-Wert mit 6,5 und die Bodennährstoffversorgung mit 20 mg P₂O₅, 18 mg K₂O und 17 mg Mg je 100 g Boden waren optimal. Die Pflanzengesellschaft kann als eine mäßig feuchte Weidelgrasweide angesprochen werden. Kennzeichnend für die Witterungsverhältnisse auf dem vorliegenden Standort sind eine mittlere Tagestemperatur von 9,6 °C und eine jährliche Niederschlagsmenge von 762 mm.

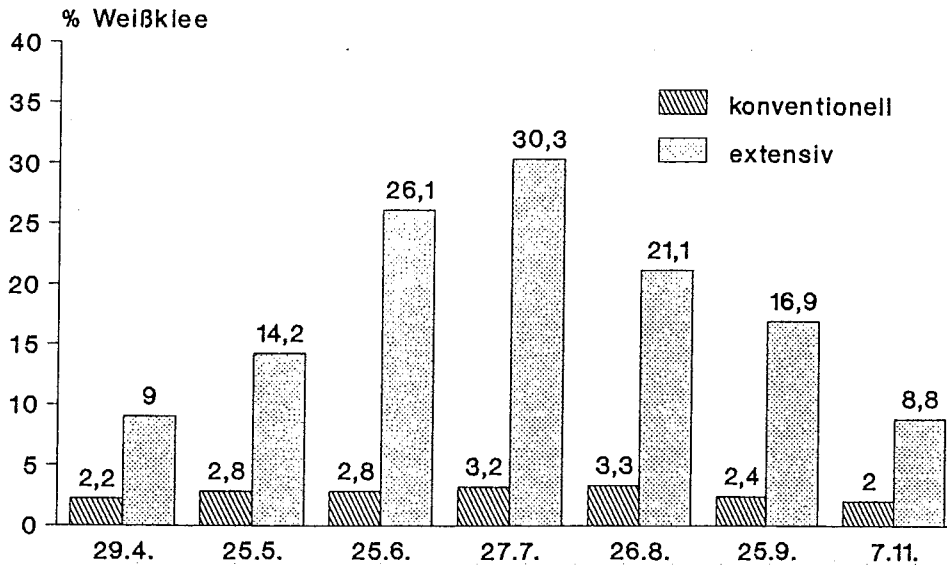
Die Weißkleeanteile wurden im zweiwöchigen Turnus während der Weideperiode ermittelt. Die Ermittlung erfolgte zum Teil durch Schätzung (n = 100) und zum Teil durch Trockengewichtsanalyse der Ertragskomponenten Gräser, Kräuter und Leguminosen im Labor (n = 8). Die Feststellung der N-Bindung erfolgte mit Hilfe von Weidekörben auf Teilstücken mit unterschiedlichen Kleeanteilen (5 Stufen mit jeweils 2 Wiederholungen) durch Regressionsanalyse zwischen N-Ertrag und Weißkleeanteil (Differenzmethode). Zur Wahrung des Beweidungseinflusses wurden die Weidekörbe alle vier Wochen versetzt.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Weißkleeanteil

Die ermittelten Weißkleeanteile sind als Monatswerte im Mittel der 6 Versuchsjahre in der Abb. 1 dargestellt. Auf der mit einer hohen N-Menge gedüngten Versuchsfläche lag der Weißkleeanteil etwa zwischen 2 und 3 %. Auf der extensiv mit einer nur geringen Gülle-N-Menge gedüngten Versuchsfläche lagen die Weißkleeanteile zu allen Terminen wesentlich höher. Der

Abb. 1: Weißkleeanteil bei konventioneller und extensiver Weidewirtschaft; 1987 und 1989-1993



Anteil nahm vom Frühjahr bis zum Sommer stark zu und erreichte bis Ende Juli/Anfang August mit gut 30 % den Höchstwert. Er ging danach bis zum Ende der Vegetationsperiode stark zurück. SCHILS u. a. (1997) berichteten über ein ähnliches Verhalten des Weißklee während der Weideperiode in den Niederlanden. Das gewogene Mittel über die gesamte Weideperiode lag bei 17 % Ertragsanteil Weißklee.

3.2 N-Bindung durch Weißklee

Die Regressionsanalyse in den einzelnen Vierwochenperioden ergab weder im zeitigen Frühjahr - vom Vegetationsbeginn bis Ende April - noch im Spätherbst - ab Ende September - keine signifikante Beziehung zwischen N-Ertrag im Aufwuchs und Weißkleeanteil und somit keine N-Bindung in den entsprechenden Perioden.

Die von Ende April bis Ende September in Vierwochenperioden festgestellte N-Bindung ist im Durchschnitt der 6 Versuchsjahre in der Abb. 2 wiedergegeben. Die N-Bindung je ha lag in den einzelnen Monaten zwischen gut 4 und knapp 6, im Mittel bei 5 kg N je dt TM bzw. - bei einem Jahresertrag von 100 dt TM/ha - je % Ertragsanteil Weißklee. DYCKMANN (1986) und VON FISCHER (1993) berichteten über vergleichbar hohe N-Fixierleistungen. Demgegenüber ergaben Ermittlungen von OPITZ VON BOBERFELD (1983) und TAUBE (1990) mit 2 bis 3 kg N je % Weißklee eine wesentlich geringere N-Bindung. Neuere Untersuchungen von NEUENDORFF (1996) weisen darauf hin, daß die symbiotische N-Bindung mit der Differenzmethode im Vergleich zur ¹⁵N-Methode überschätzt wird. Daraus ergibt sich, daß der festgestellte Mehrertrag an Stickstoff (Differenzmethode) offensichtlich nur zum Teil aus der Symbiose zwischen Wurzelknöllchenbakterien und Weißklee stammt. Im vorliegenden Versuch wurde eine Abhängigkeit der N-Bindung durch Weißklee vom Vegetationszeitpunkt auch in den einzelnen Jahren nicht festgestellt.

Abb. 2: Stickstoffbindung durch Weißklee bei extensiver N-Düngung und Beweidung; 1987 und 1989-1993

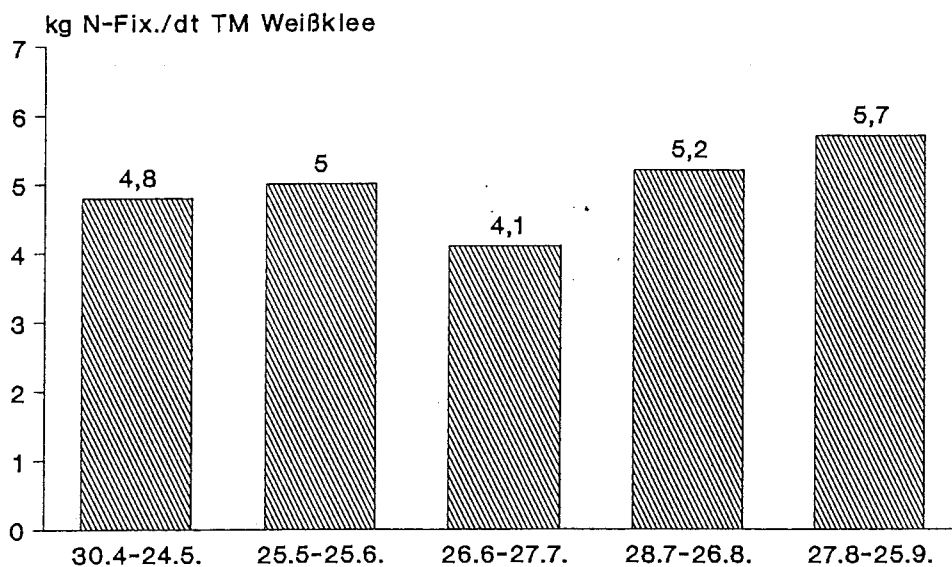
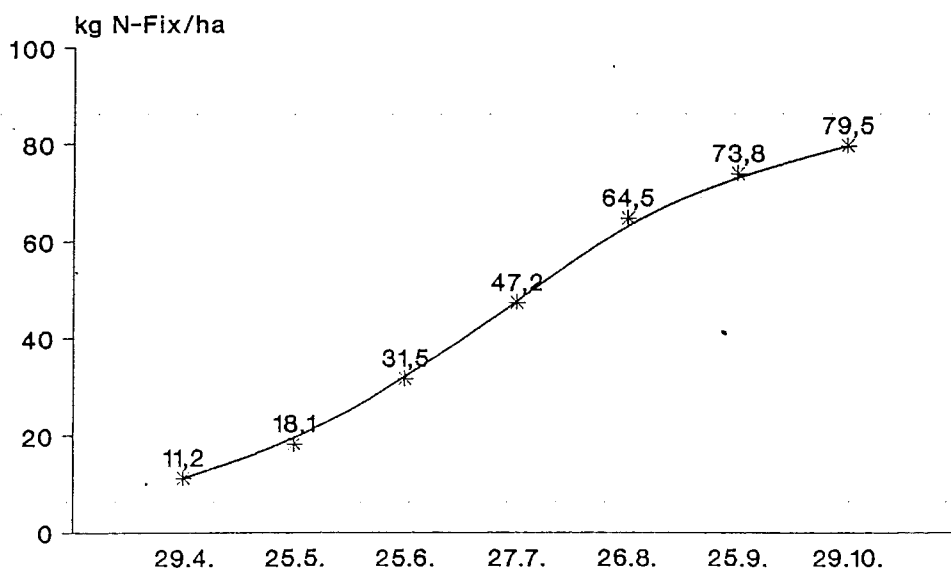


Abb. 3: Stickstoffbindung durch Weißklee bei extensiver Weidewirtschaft; 1987 und 1989-1993



Unter Berücksichtigung der entsprechenden Weißkleeanteile in den einzelnen Abschnitten der Weideperiode konnte auf dem Standort Niederrhein eine Stickstoffbindung durch Weißklee unter Beweidung von knapp 80 kg N/ha errechnet werden (Abb. 3). Auf der konventionell gedüngten Versuchsfläche wurde unter den vorliegenden Beweidungsbedingungen - im Gegensatz zu Versuchen unter Schnittnutzung - keine N-Bindung ermittelt.

4. Zusammenfassung

Bei reduzierter N-Düngung und intensiver Nutzung auf Grünland spielt der Weißklee eine wichtige Rolle. Auf dem Standort Niederrhein war sein Beitrag zur Futterproduktion bei geringer N-Düngung unter Beweidung mit 5 kg N je dt TM bzw. je % Ertragsanteil Weißklee beachtlich. Bei einem mittleren Kleeanteil von rd. 17 % standen während der Weideperiode durchschnittlich zusätzlich 80 kg N/ha für die Futterproduktion zur Verfügung.

5. Literatur

- BOLLER, B., 1988: Biologische Stickstoff-Fixierung von Weiß- und Rotklee unter Feldbedingungen. *Landwirtschaft Schweiz*, 1 (H. 4), 251-253
- DYCKMANN, H., 1986: Die Bedeutung des Weißklee (*Trifolium repens* L.) im Dauergrünland - sein Beitrag zur Ertragsleistung und Stickstoffversorgung bei abgestuft intensiver Nutzung. Diss. Universität Hohenheim.
- FRAME, J. and P. NEWBOULD, 1986: Agronomy of white clover. In: *Advances in Agronomy*, 40, 1-88.
- ENNIK, G. C., 1982: De bijdrage van witte klaver aan de opbrengst van grasland. *Landbouwkundig Tijdschrift*, 94, 363-369.
- NEUENDORFF, J., 1996: Beitrag des Weißklee (*Trifolium repens* L.) zur Ertragsbildung von Grünlandnarben unter besonderer Berücksichtigung von Methoden zur Quantifizierung seiner Stickstoff-Fixierleistung. Diss. Universität - Gesamthochschule - Kassel.
- OPITZ VON BOBERFELD, W., 1983: Der Beitrag des Weißklee (*Trifolium repens* L.) zur Ertragsbildung von Mähweidenarben. *Der Tierzüchter* (H. 5), 190-191.
- SCHILS, R.L.M., T. BAARS en P.J.M. SNIJDERS, 1997: Witte klaver in grasland - teelt, gebruik en bedrijfsvoering. *Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR)*, Lelystad.
- TAUBE, F., 1990: Weißklee - eine Alternative zu Stickstoffdünger? *top agrar* (H. 4), 80-83.
- VON FISCHER, D., 1993: Weißklee - Wichtiger Partner fürs Grünland. *Landwirtschaftliche Zeitschrift Rheinland*, 160 (H. 20), 13-14.

Bodensamenvorrat in Niedermoorböden bei Grünlandnutzung

von

Hermann Giebelhausen

Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät,
Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Fachgebiet Grünlandssysteme

1. Einleitung

Der Bodensamenvorrat eines Standortes ist Ergebnis der Samenproduktion von früherer und derzeitiger Vegetation (WILLEMS, 1983; POSCHLOD, 1993; HÜLB-METZGER, 1995). In Abhängigkeit von Standort und Bewirtschaftung sowie der Fähigkeit der Samen/Diasporen zur Überdauerung, können sich im Boden Diasporenbanken als Teil der Vegetation aufbauen (POSCHLOD & BINDER, 1991). Standorteinflüsse, Diasporen im Boden, Eintrag aus der Umgebung sowie Bewirtschaftung und aktuelle Vegetation sind somit wichtige Quellen für die Vegetationsentwicklung eines Grünlandstandortes.

Das Feuchtgrünland der Niedermoore Nordostdeutschlands wurde nach Melioration in den 60er und 70er Jahren in größerem Umfang zu artenarmem Intensivgrünland umgestaltet. Es kann davon ausgegangen werden, daß dabei auch der Bodensamenvorrat verändert worden ist. Mit dem Übergang zu einer differenzierteren Bewirtschaftung dieser Grünlandstandorte seit 1990/91 ergab sich die Frage, ob im Diasporenvorrat vormals intensiv genutzter Niedermoore noch typische Pflanzenarten des Feuchtgrünlandes enthalten sind, inwiefern dieses Inventar zur Entwicklung artenreicheren Wirtschaftsgrünlandes oder auch von Feuchtgrünland beitragen kann. Nachfolgend werden Versuchsergebnisse zum Diasporenvorrat im Niedermoorgrünland an der Unteren Oder bei Gartz (Landkreis Uckermark) in Abhängigkeit von Bodentiefe und Schnittfrequenz vorgestellt.

2. Methodik

Der Boden zur Ermittlung des Diasporenvorrates wurde Ende Oktober 1991 von Parzellen eines laufenden Versuches - Einfluß von Düngung und Nutzung auf die Grünlandbestände eines Niedermoors - (GIEBELHAUSEN & RICHTER, 1995) entnommen. Mit einem Bodenprobenstecher (Durchmesser 3,6 cm; Bohrkerngrundfläche 10,2 cm²; Volumen 100 cm³) wurde aus den Varianten -Wiesenschweidel bei Zwei-, Drei- und Fünfschnittnutzung- in vierfacher Wiederholung mit je sechs Einstichen pro Parzelle aus 0 bis 5 cm sowie 5 bis 10 cm Tiefe Bodensubstrat gewonnen. Der Boden (ca. 600 cm³/ Wiederholung) wurde in Keimschalen gefüllt, dort feucht gehalten und ab Anfang November 1991 bis Ende November 1995 wöchentlich auf aufgelaufene Pflanzen untersucht. Nicht sofort bestimmbare Arten wurden entnommen und in Kleintöpfen bis zur Identifikation kultiviert. Im Winter standen die Gefäße im Gewächshaus bei 12 bis 15° C mit natürlicher Belichtung und wurden weiterhin untersucht. Zur Stratifikation waren die Schalen im Winter mehrere Tage im Freiland. Ab Frühjahr bis Spätherbst befanden sich die Keimschalen mit lichtdurchlässigem Deckel und seitlichen Luftlöchern im Freien des Institutsstandortes in Berlin-Malchow. Nach Bedarf erfolgte in den Gefäßen eine Bodenwendung. Der untersuchte Moorboden entsprach für jede der o.g. Entnahmetiefen und Schnittfrequenzen als Summe über die Einstich- und Wiederholungszahl einer Fläche von 245 cm² (= 1/41 m²) mit einem Volumen von ca. 2400 cm³. Mit dem Faktor 41 wurde die Keimpflanzenanzahl je m² berechnet.

3. Ergebnisse und Diskussion

Im Bodensamenpool der geprüften Varianten wurden in 4 Jahren in einer Tiefe von 0 bis 10 cm insgesamt 23 Pflanzenarten, darunter 4 Süßgräser, 1 Sauergras und 18 Kräuter gefunden (Tab. 1). Relativ hohe bis sehr hohe Anteile an Diasporen erreichten Vogelmirie und Gemeine Rispie gefolgt von Sumpfwaidenröschen, Wieserispie, Großer Brennnessel sowie Flohknöterich. Sumpfwaidenröschen, Wiesenschaumkraut und Blutweiderich stehen dabei im Land Brandenburg auf der Roten Liste der gefährdeten Blütenpflanzen (BENKERT & KLEMM et al., 1993). Die Mehrzahl der gefundenen Pflanzenarten keimte innerhalb von zwei Jahren und nur das Sumpfwaidenröschen hatte offenbar eine längere Dormanzphase. Die meisten keimbereiten Diasporen befanden sich in der Schicht bis 5 cm Bodentiefe. Jene Arten mit hohen Anteilen im Oberboden wiesen in der Regel auch größere Diasporenmengen in der Schicht bis 10 cm Tiefe auf. Quecke vermochte kaum eine generative Diasporenbank aufzubauen, was auch von ALTENA & MINDERHOUD (1972) bei Bodensamenuntersuchungen auf Weiden fanden. Ein Einfluß unterschiedlicher Nutzungsfrequenz auf den Samenpool am untersuchten Niedermoorstandort konnte noch nicht eindeutig festgestellt werden. Nach der ersten Überwinterung 1991 zu 1992 sowie für die Gesamtperiode 1991/95 deutete sich in den Varianten mit Zwei- und Dreischnittnutzung eine erhöhte Diasporen-Artenanzahl gegenüber der Fünfschnittnutzung an. Die am Gartzter Standort ermittelte Diasporenanzahl lag deutlich unter den Werten, die von HÜLB-METZGER (1995) für Extensiv-/Naturschutzgrünland in Baden-Württemberg und auch von KAISER & LIESKE (1996) für extensive Niedermoorweiden im Havelländischen Luch gefunden wurden. Es kann davon ausgegangen werden, daß der untersuchte Gartzter Versuchstandort in den letzten 30 Jahren dreimal umgebrochen und neuangesät worden ist - zuletzt 1988/89 - und sich so der Diasporenvorrat insgesamt verringert hat.

Vom Diasporenpool im Boden direkt auf mögliche Entwicklungsrichtungen der Grünlandbestände zu schließen ist problematisch, da die Diasporen zur Keimung gebracht und nachfolgend den Pflanzen mit ihren sehr unterschiedlichen Standortansprüchen auch nachhaltige Entwicklungschancen geschaffen werden müssen (von BORSTEL, 1974; POSCHLOD & BINDER (1991)). Daß es Zusammenhänge zwischen Bodensamenvorrat und der Entwicklung von Grünlandbeständen im Gartzter Bruch gibt, deutet sich am Beispiel des Einwanderns von Gemeiner Rispie und Wieserispie sowie der Großen Brennnessel bei nachlassender Konkurrenzkraft der untersuchten Wiesenschweidelansaat an (Tab. 2). Dieser Teil der Ansaat erhielt ab 1992 keine Minereraldüngung mehr, so daß die Bestände lückiger wurden sowie bei drei- und fünfmaligem Schnitt der Boden schneller an Kalium und auch Phosphor verarmte. Bei nur zweischnittiger Nutzung wanderte die weniger erwünschte Brennnessel und Quecke in die Bestände, während sich das im Bestand gefährdete Wiesenschaumkraut erst bei häufigerer Nutzung besser entwickelte. Um in älteren Ansaaten den Bodensamenpool zu reaktivieren, muß auf Niedermoorgrünland offenbar neben einer angepaßten Grundwasserregulierung ein differenziertes Nutzungsregime bei reduzierter/unterlassener Düngung angestrebt werden. Damit kann besser auf Prozesse der Bestandesumschichtung reagiert und bei Bedarf korrigierend Einfluß genommen werden.

4. Zusammenfassung

In der generativen Diasporenbank eines Niedermoorstandortes der Uckermark konnten mit der Auflaufmethode 23 Arten, davon 3 Rote-Liste-Arten des Landes Brandenburg ermittelt werden. Die Mehrzahl der Diasporen befand sich in der Bodenschicht bis 5 cm Tiefe. Im vorliegenden Versuch bestand zwischen Schnittfrequenz und Diasporenanzahl noch kein enger Zusammenhang. Der Vergleich zwischen Bodensamenpool und botanischer Zusammensetzung einer Grünlandansaat deutet auf Beziehungen hin, die weiter zu quantifizieren sind. Vor einer beabsichtigten Umwandlung konventionellen Wirtschaftsgrünlandes in extensives Feuchtgrünland erscheint auf Niedermoorstandorten eine Untersuchung der Diasporenbank sinnvoll. Die zitierte Literatur liegt beim Verfasser zur Einsichtnahme vor.

Tabelle 1 : Pflanzenarten im Diasporenvorrat eines Niedermoorbodens in Abhängigkeit von Prüfzeit, Nutzungsfrequenz des Grünlandes und Bodenentnahmetiefe. Anzahl pro m², Gartz/Oder (Landkreis Uckermark)

Arten	1991/92					1993					1994					1995					Σ 1991/95				
	2 0-5/5-10	3 0-5/5-10	5 0-5/5-10	5 0-5/5-10	5 0-5/5-10	2 0-5/5-10	3 0-5/5-10	5 0-5/5-10	5 0-5/5-10	5 0-5/5-10	2 0-5/5-10	3 0-5/5-10	5 0-5/5-10	5 0-5/5-10	5 0-5/5-10	2 0-5/5-10	3 0-5/5-10	5 0-5/5-10	5 0-5/5-10	5 0-5/5-10	2 0-5/5-10	3 0-5/5-10	5 0-5/5-10		
Wiesenrispe	164/0	41/41	41/0	41/0	82/0																164	82	123		
Gemeine Rispe	779/287	492/410	205/123	205/123	41/0	82/0															1148	902	369		
Quecke		82/41	0/41	0/41																		123	41		
Hohes Schwaden					41/0																	41	41		
Schlanksegge	0/41	41/0																			41	41			
Vogelmiere	738/492	533/246	1599/287	1599/287	123/41					123/41											1476	779	2132		
Sumpfsternmiere	41/0																				41				
Purpurrote Taubnessel		205/0																				205			
Weißer Gänsefuß		0/123	41/0	41/0						0/41											41	123	41		
Kanadisches Berufkraut		41/0																			41	41	82		
Gemeines Hirtentäschelkraut																									
Ackerhellerkraut										0/41											41	41			
Große Brennnessel	41/41					41/123				0/82											246	82	82		
Vogelknöterich						41/0				41/0											82				
Flohknochen		0/82	41/82	41/82						82/0												82	205		
Breitwegerich	0/41					0/123				0/41											164	41			
Sumpf-/Ackerkratzdistel	41/0					41/0															41	82			
Kohlgänsedistel																									
Gänseblümchen										0/82													82		
Sumpfwidenröschen																					902	410	533		
Blutweidenich										0/41												41			
Moorlabkraut										41/41												82			
Wiesenschaumkraut	41/0																				41				
Anzahl aufgetretener Arten	10	9	6	6	7	5	9	2	1	3	3	1	1	3	3	1	15	11			14	15	11		

Tabelle 2 : Vergleich der Pflanzenarten zwischen der untersuchten Wiesenschweidelansaat (1989 bis 1996; 1. Aufwüchse, Ertragsanteile in %) und dem Diasporenvorrat im Boden (1991/95) in Abhängigkeit von der Nutzungsfrequenz des Niedermoorgrünlandes. Gartz/Oder, Landkreis Uckermark

Arten Schnitte	Ansaat1989	1992, 4.Jahr			1994, 6.Jahr			1996, 8.Jahr			Diasporenvorrat		
	3	2	3	5	2	3	5	2	3	5	2	3	5
Wiesenschweidel	90	52	53	53	2	11	7	+	+	1			
Knaulgras	+	2	1	5	5	1	1		+	+			
Wiesenrispe		2	2	+	5	30	16	19	39	26	*	*	*
Gemeine Rispe		24	36	37	74	46	60	26	28	33	****	***	**
Jährige Rispe							1						
Quecke	3	15	3	3	6	4	4	16	3	2		*	*
Rasenschmiele										+			
Rohrschwengel					+	1	2	+	+	1			
Hoher Schwaden													*
Schlanksegge									+		*	*	
Vogelmiere	1	+?	+?	+?	+?	+?	+?	+	+	+	****	****	****
Sumpfsternmiere					+		+	+	+	1	*		
Löwenzahn				+	+	2	6	1	11	7			
Gundermann		2	4	2	5	4	2	9	8	21			
Purpur. Taubnessel				+								**	
Weißer Gänsefuß	6		+					+				*	*
Ackerkratzdistel		+	+	+	+	+	+	1	+	+	*?		
Sumpfkatzdistel			+	+	+	+		+		+	*		
Kohlgänsedistel						+			+	+	*		
Kohldistel									+				
Große Brennessel		1	1	+	3	2		26	2		**	*	*
Flohknöterich						+	+			+		*	**
Vogelknöterich							+				*		
Breitwegerich											*	*	
Schafgarbe							+			+			
Kanad. Berufkraut											*		*
Hirtentäschelkraut	+			+				+			*	*	
Ackerhellerkraut												*	
Gänseblümchen													*
Wiesenkerbel							1	+		+			
Wiesenbärenklau						+		+					
Kriech. Hahnenfuß					+		+			2			
Knoll. Hahnenfuß								+	+				
Beinwell		1		+			+	+					
Wi.-Schaumkraut							+	2	9	6	*		
Su.-Weidenröschen										+	****	****	****
Moorlabkraut					+			+	+	+		*	
Blutweiderich												*	
Artenanzahl	6	9	10	13	14	14	19	20	18	20	14	15	11

Legende: ? = ungeklärt ; * = 41 bis 164 Pflanzen/m² (niedrig/gering), ** = 205 bis 369 Pflanzen/m² (mittel)
 *** = 410 bis 779 Pflanzen/m² (hoch), **** = 810 bis 2132 Pflanzen/m² (sehr hoch)

+ = Ertragsanteil unter 1 %

Stickstofffixierung, Massenertrag und Futterqualität von Rotklee gras in Abhängigkeit von den Grasarten *Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis* am Standort Wiesengut/Hennef

Guido Haas und Anja Schlonski

Institut für Organischen Landbau, Universität Bonn

Im Organischen Landbau liegt das **Hauptziel** des Rotklee grasanbaus in einer maximalen symbiotischen Stickstofffixierung. Für die ökonomisch und stofflich sinnvolle Verwertung des Aufwuchses sind hohe Massenerträge mit hoher Futterqualität anzustreben. Die Gemengezusammensetzung stellt zur Erreichung dieser Ziele eine entscheidende Einflußgröße dar. Deshalb wurden die Grasarten *Lolium multiflorum* (*L.m.*), *Dactylis glomerata* (*D.g.*) und *Festuca pratensis* (*F.p.*) in einem Feldversuch 1995 im Gemenge mit Rotklee untersucht.

Material und Methoden

Der Versuch wurde auf dem Versuchsbetrieb für Organischen Landbau **Wiesengut**, Hennef (Rheinland) im Rotklee grasfeld der 6-feldrigen Fruchtfolge durchgeführt. Das Versuchsareal lag auf einem schluffig-lehmigen, mit Kies durchsetzten Braunen Auenboden (Bodenzahl 65). Das Wiesengut liegt in ebener Tallage (64 m ü. NN, häufig Taubildung), mit einer jährlichen durchschnittlich relativ warmen Temperatur von 9,5°C und 768 mm Niederschlag. Im Versuchsjahr lagen die Niederschlagssummen im Juli und August deutlich unter dem langjährigen Mittel. Witterungsbedingt konnte der 1. Aufwuchs erst am 18. Mai geerntet werden.

Der faktorielle **Feldversuch** (Blockanlage mit 4 Wiederholungen, Parzellengröße 15m²) wurde als Untersaat am 23.04.1994 in Winterroggen angelegt. Zur Aussaat kamen 3 Grasarten (*L.m.* "Limulta", 2n, 10 kg/ha; *D.g.* "Lidaglo", 5 kg/ha; *F.p.* "Lifelix", 9 kg/ha) mit 500 keimfähigen Körner/m² jeweils im Gemenge mit 250 und 500 Körner/m² bzw. 4,5 und 9 kg/ha Rotklee ("Renova"). Es werden nur die Ergebnisse der Aussaatstärke Rotklee 250 Körner je m² vorgestellt, da die Variation des Kleeanteils in der Aussaatmischung - wie auch in den Vorjahren ähnlich (s. HAAS 1995) - nicht zu einem unterschiedlichen Kleeanteil in den Feldbeständen des Hauptnutzungsjahres führte.

Der Versuch wurde wöchentlich im Aufwuchszeitraum bonitiert und beerntet (0,25m², R²=0,67-0,85 im Vergleich zur Parzellenernte zum jeweiligen Enderntetermin des Aufwuchses). Bei der Aufarbeitung wurde der als "echtes" Gemenge angebaute Bestand in die Klee- und Grasfraktionen getrennt.

Die Quantifizierung der symbiotischen Stickstofffixierung ist mit den bekannten Methoden auf dem Versuchsbetrieb nicht möglich (ungünstiges natürliches Delta-¹⁵N-Verhältnis des Bodens, rasche natürliche Weißklee- und Wickenverunkrautung der Reingrasparzellen sowie Verbot der Applikation von (markierten) mineralischem Stickstoff) und erfolgt deshalb als grobe Kalkulation nach BOLLER (1988). Der Parameter Futterqualität wird - außer beim Rohprotein - nicht anhand von Laboranalysen, sondern anhand der phänologischen Entwicklung dargestellt und diskutiert.

Ergebnisse und Diskussion

Entsprechend den bekannten Arteeigenschaften der Gräser bildete *L.m.* den größten **Grasanteil** mit 41% im 1. Aufwuchs aus, der in den späteren Aufwüchsen von 30% auf 14% bis 4% im 4. Aufwuchs deutlich zurückging. Nahezu konstant verhielt sich der Grasanteil von *D.g.* mit etwa 25%. *D.g.* war nach der Sommertrockenheit die einzigste Grasart mit nennenswerten Ertragsanteilen im letzten Aufwuchs. *F.p.* erwies sich als konkurrenzschwach mit den durchgehend niedrigsten Grasanteilen von 16%, 7%, 8% und 3% (Abb. 1).

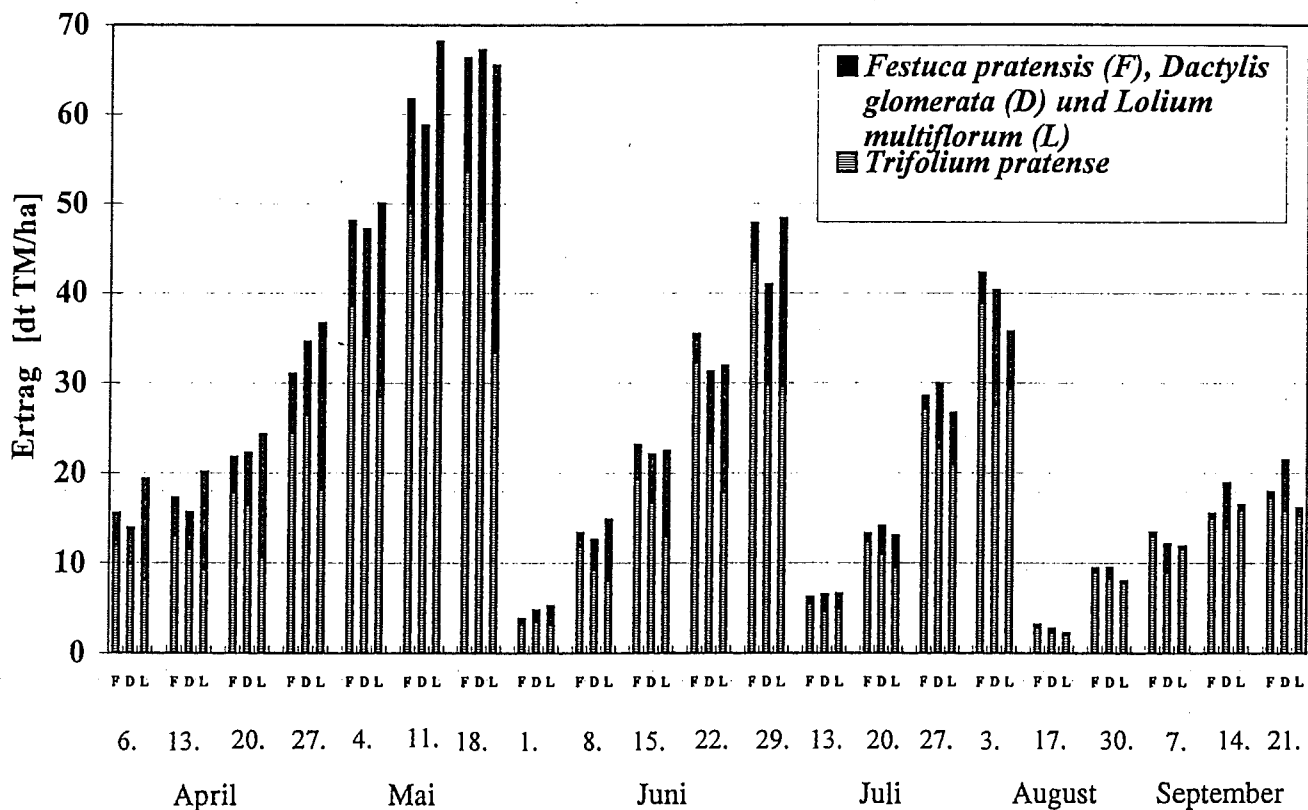


Abb. 1: Trockenmasseertrag der wöchentlichen Zeiternten der 4 Aufwüchse

Die Gemenge mit *F.p.* erreichten allerdings die höchsten Kleeerträge zu den einzelnen Aufwüchsen (Abb. 1) und den höchsten Jahresertrag der Gemenge (*F.p.* 173 dt TM/ha, *D.g.* 169 dt TM/ha, 163 dt TM/ha). Die nach BOLLER (1988) abgeschätzte symbiotische **Stickstofffixierleistung** im Untersuchungsjaar war bei diesem Gemenge mit 388 kgN/ha bei einem Gesamternteentzug von 531 kgN/ha am höchsten. Für das Gemenge mit *L.m.*, mit den höchsten Grasanteilen und -erträgen, wurde eine geringere Stickstoffbindung von 316 kg N/ha bei einem Gesamternteentzug von 425 kgN/ha errechnet, für das Gemenge mit *D.g.* 324 kg symb.N/ha bei einem Gesamternteentzug von 487 kgN/ha.

Rotklee gras im Organischen Landbau sollte aus Gründen der Stickstoffbindung eher geringe **Grasanteile** aufweisen. Die ideale Grasart sollte dabei noch positive Effekte für die Futter- und Silierqualität erzielen lassen. Bspw. resultierten aufgrund der mit 8% und 9% geringen **Proteingehalte** von *L.m.* zum Zeitpunkt der Endernte des 1. und 2. Aufwuchses im Vergleich zu 13% bei *F.p.* und *D.g.* im 1. Aufwuchs sowie 13% und 18% bei *D.g.* bzw. *F.p.* im 2. Aufwuchs die geringeren Proteingehalte des *L.m.*-Gemenges in den ersten beiden Aufwüchsen (Abb. 2). Der Rohproteingehalt von Rotklee lag jeweils bei 19%.

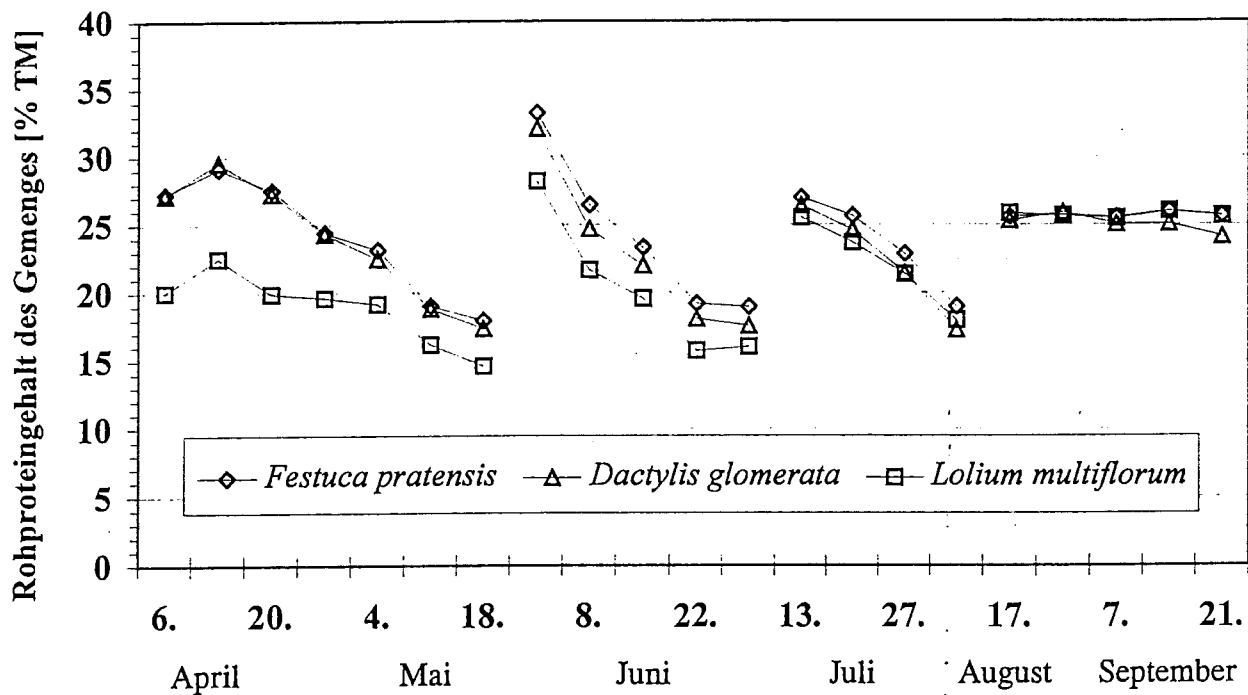


Abb. 2: Rohproteingehalt der Gemenge bei wöchentlicher Beprobung der 4 Aufwüchse

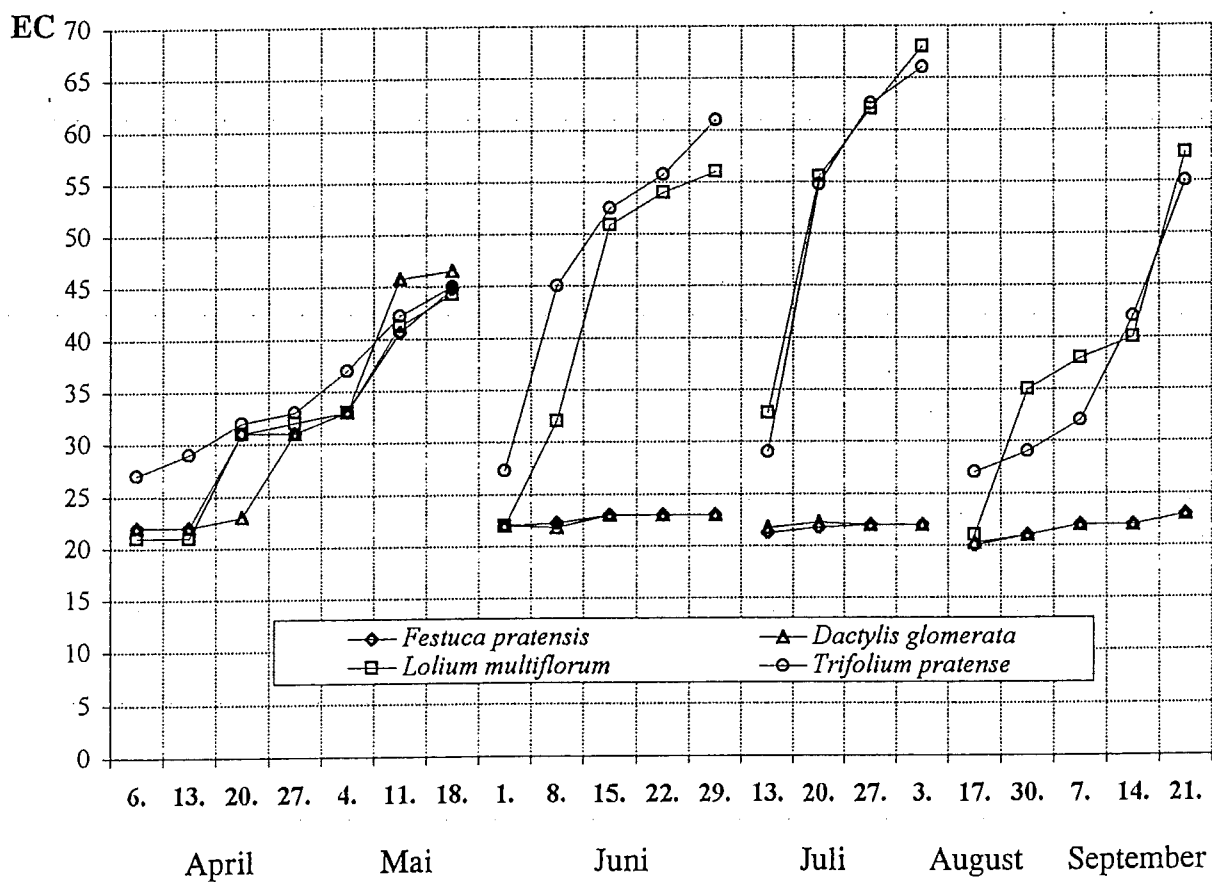


Abb. 3: Entwicklungsstadien (EC) von Grasart und Rotklee zu 4 Aufwüchsen
(Legende zur Abb. 3 nächste Seite)

Legende zu Abb. 3: EC Gras nach SIMON und PARK 1981 und Rotklee MEINSEN 1994

EC	Gras	Rotklee
20-29	Blattscheidenentwicklung	Bestockung
30-39	Sproßstreckung	Sproßstreckung
40-49	Wachstum des Blütenstandes	Blütenknospenentwicklung
50-59	Ährenschieben	Blütenköpfchenentwicklung
60-69	Blüte	Blüte

Der für die **Futterqualität** günstige Effekt geringerer Rohproteingehalte wird durch die zu allen Aufwüchsen und dabei sehr rasch erreichte **generative Phase** von *L.m.* nivelliert (Abb.3). Die Grasarten *D.g.* und *F.p.* verharrten außer im 1. Aufwuchs im Stadium "Entwicklung der Blattscheiden". Die Nutzungselastizität der *L.m.*-Bestände hinsichtlich des für die Verfütterung optimalen Schnitzeitpunktes bei möglichst hohem Ertrag ist vergleichsweise stark eingeschränkt. Bei den relativ hohen Grasanteilen von *L.m.* in den beiden Frühjahrsaufwüchsen muß sich der Schnittermin auch an der Entwicklung des Grases orientieren. Dabei ist zu berücksichtigen, daß mit "Renova" bereits die früheste Rotkleesorte ausgewählt wurde. Rotkleesorten des mittleren und späten Reifetyps werden in Mischung mit *L.m.* kaum ihr Ertragspotential ausschöpfen können.

Die höheren Rohproteingehalte der Gemenge mit *D.g.* und *F.p.* wären bei ausreichender Energiezufuhr für den Wiederkäuer aus Sicht der Tierernährung tolerierbar, wenn eine hohe Energiedichte vorliegt. Die Erzielung hoher Energiedichten von Gemengen mit *L.m.* bei gleichzeitig hohen Aufwuchsmassen des Rotklees war insbesondere zu den Aufwüchsen 2 und 3 kritisch.

Ausblick

Die **Gemengeeignung** der geprüften **Grasarten** ist insgesamt nicht befriedigend. Dabei ist im Organischen Landbau die Stickstofffixierungsleistung des Gemenges ein wesentliches Beurteilungskriterium. Die weiteren laboranalytischen Daten zur Futterqualität der Prüfglieder stellen für die umfassende Charakterisierung noch eine wesentliche Ergänzung dar. Bisherige Untersuchungen anderer Arbeitsgruppen führen bspw. schlechte Siliereigenschaften von *D.g.* und aufgrund vergleichsweise hoher Anteile wasserlöslicher Kohlenhydrate gute Siliereffekte von Rotklee-*L.m.*-Gemengen an.

Die nachfolgenden Feldversuche wurden mit einem erweiterten Grasartenspektrum mit zumeist mehreren Reifegruppen je Grasart und im Rotkleespektrum durchgeführt. Dabei liegt ein Untersuchungsziel auch in der Beschreibung von **Grasideotypen** in Rotklee-Grasgemengen für den Dialog mit den Züchtern hinsichtlich bevorzugter Sorteneigenschaften in Gemengen.

Literatur

- BOLLER, B. 1988: Biologische Stickstoff-Fixierung von Weiß- und Rotklee unter Feldbedingungen. Z. Landwirtschaft Schweiz 1(4), 251-253.
- HAAS, G. 1995: Rotklee-Gras im Organischen Landbau: Standortsspezifische Artenwahl und Aussaatstärken. Tagungsband der 39. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauw. Weihenstephan, 31.8.-2.9.1995, 165 - 173.
- Im Rahmen dieses Posterbeitrages sei auf die wesentlichen Arbeiten in diesem Themenfeld vor allem in Zürich sowie u.a. Kiel, Rostock und Gießen nur mittels Ortsnennung verwiesen. Wir danken der Deutschen Saatgutveredelung Lippstadt für das Versuchssaatgut.

Verdaulichkeit des von Rindern selektiv aufgenommenen Weidefutters Vergleich von extensiver Standweide und Mähstandweide

Tatjana Hoppe, Ludwig Schmidt, Friedrich Weißbach

Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung (FAL)

1. Einleitung und Zielstellung

Die Fähigkeit von Rindern zur selektiven Futteraufnahme auf der Weide ist bereits lange bekannt. Nach PORZIG und SAMBRAUS (1991) ist das Ausmaß des selektiven Fressens abhängig von der Verdaulichkeit, dem Nährstoffgehalt, der Schmackhaftigkeit, der Düngung und der botanischen Zusammensetzung des Pflanzenbestandes sowie von morphologischen Eigenschaften der Blätter und Stengel. Da mit zunehmendem Futterangebot die Möglichkeit zur Auswahl qualitativ hochwertigen Futters ansteigt, sind auch Weidesystem und Besatzstärke wichtige Einflußfaktoren (POPPI et al. 1987).

Extensive, auf Umwelt- und Landschaftsschutz ausgerichtete Verfahren der Weidewirtschaft zeichnen sich häufig durch Verzicht auf N-Düngung, Heterogenität des Pflanzenbestandes, hohes Futterangebot aufgrund geringen Tierbesatzes oder geringer Nutzungsfrequenz und demzufolge einen hohen Anteil an überständigem qualitativ geringerwertigen Futter aus. Gerade unter diesen Bedingungen ist eine ausgeprägte selektive Futteraufnahme Voraussetzung für angemessene tierindividuelle Leistungen.

Ziel der Untersuchung war daher, das Ausmaß der Selektion unter den Bedingungen einer extensiver Weidewirtschaft, die durch Standweide ohne N-Düngung und stark verringerte Besatzstärke gekennzeichnet war, zu ermitteln. Desweiteren sollte die Frage beantwortet werden, ob sich durch das Verfahren der Mähstandweide mit geringem zusätzlichen Mehraufwand über eine Verbesserung der Futterqualität höhere tägliche Zunahmen der Rinder erreichen lassen, oder ob die Tiere auf der reinen Standweide in der Lage sind, durch Selektion Futter gleicher Qualität aufzunehmen und damit diese Differenz zu kompensieren.

2. Material und Methode

2.1 Versuchsanlage

Um den Effekt selektiver Futteraufnahme auf die Verdaulichkeit des tatsächlich von den Tieren verzehrten Weidefutters untersuchen und das Ausmaß der Selektion beurteilen zu können, muß den Weidetieren während der gesamten Weideperiode ein Futterüberangebot zur Verfügung stehen. In zweijährigen Untersuchungen, die 1995 und 1996 auf Versuchsflächen des Instituts für Tierzucht und Tierverhalten in Trenthorst/Wulmenau durchgeführt wurden, war die extensive Bewirtschaftung durch verringerte Besatzstärke und Verzicht auf Stickstoffdüngung gekennzeichnet. In Tab.1 und Tab. 2 sind die Angaben zur Versuchsanlage für beide Versuchsjahre aufgeführt. Die Koppeln der Variante Mähstandweide wurden in der Mitte durch einen Elektrozaun geteilt, eine Hälfte im Frühjahr gemäht und den Tieren dann vom zweiten Aufwuchs an im Juli wieder zugeteilt. Da auf diese Weise etwa die Hälfte des Jahresaufwuchses von 50 % der Fläche durch Schnittfutttergewinnung abgeschöpft wurde, konnte auch nur ein Tierbesatz von 75 % desjenigen der Standweide veranschlagt werden.

Tab. 1: Versuchsanlage 1995 mit Färsen der Rassen Deutsche Rotbunte und Holstein-Friesian

Koppel	1	2	3	4
Weidesystem	Standweide	Mähstandweide	Mähstandweide	Standweide
ha	2,6	4,2	4,2	2,6
Rasse	Rbt.	Rbt.	HF	HF
Besatzstärke GV/ha	1,5	1,1	1,1	1,5
Tierzahl	4	5	5	4
Lebendmasse (kg)	484	480	475	471
Alter (Monate)	19,5	19,4	19,6	19,2

Tab. 2: Versuchsanlage 1996 mit Ochsen der Rassen Charolais und Galloway

Koppel	1	2	3	4
Weidesystem	Standweide	Mähstandweide	Mähstandweide	Standweide
ha	2,1	4,2	4,2	2,1
Rasse	Char./Gall.	Char./Gall.	Char./Gall.	Char./Gall.
Besatzstärke GV/ha	1,5	1,1	1,1	1,5
Tierzahl	4	6	6	4
Lebendmasse (kg)	408	396	393	407
Alter (Monate)	15,8	15,6	15,9	15,9

2.2. Methode zur Schätzung der selektiven Futteraufnahme

Das Ausmaß des selektiven Fressens wurde an den Futterwertdifferenzen zwischen dem angebotenen, d. h. insgesamt auf der Weide vorhandenen Futter, und dem von den Tieren verzehrten Futter gemessen. Der Futterwert des angebotenen Futters wurde durch Untersuchung von regelmäßig geschnittenen Futterproben mit der Cellulasemethode von DE BOEVER et al. (1986) nach Schätzgleichungen von WEISSBACH et al. (1996 a; 1996 b) geschätzt:

$$\text{DOM} = 100 (940 - \text{XA} - 0,678 \text{ RE}) : (1000 - \text{XA})$$

$$\text{ME} = 13,96 - 0,0147 \text{ XA} - 0,0108 \text{ RE} + 0,00234 \text{ XP}$$

$$\text{NEL} = \text{ME} (0,46 + 12,38 \text{ ME} : (1000 - \text{XA}))$$

DOM = Verdaulichkeit der organischen Substanz (%)

ME = Umsetzbare Energie (MJ/kg TM)

NEL = Nettoenergie-Laktation (MJ/kg TM)

XA = Rohaschegehalt (g/kg TM)

XP = Rohproteingehalt (g/kg TM)

RE = Enzymunlösliche organische Substanz (g/kg TM)

Die Ermittlung der entsprechenden Futterwertangaben für das verzehrte Futter erfolgte mit Hilfe der Kotstickstoffmethode nach den Schätzgleichungen von SCHMIDT et al. (1997):

$$\text{DOM \%} = 97 - \frac{553}{\text{Kot-N (g/kg OM)}} - 0,088 \text{ X} + 0,00031 \text{ X}^2$$

B = 0,926, $s_R = 2,88$, $s \% = 3,9$, X = Vegetationstage ab 01.05.

$$\text{ME (MJ/kg TM)} = - 1,12 - 0,00317 \text{ XA (g/kg TM)} + 0,1609 \text{ DOM \%}$$

$$\text{NEL (g/kg TM)} = 0,6 \text{ ME}$$

3. Ergebnisse

Das Ausmaß der selektiven Futteraufnahme ist in Tab.3 und Tab.4 für alle Koppeln angegeben.

Tab.3: Futterwert des angebotenen und verzehrten Futters auf Stand- u. Mähstandweide 1995

Futterwert-kennzahl	Weidefutter	Koppel 1 Standweide	Koppel 2 Mähstandw.	Koppel 3 Mähstandw.	Koppel 4 Standweide	Mittelwert 1-4
DOM (%)	angebotenes Futter(C)	65,2	70,4	69,6	65,4	67,6
	verzehrtes Futter (K)	69,8	72,4	71,8	70,6	71,2
	Diff. (K-C)	4,6	2,0	2,2	5,2	3,6
ME (MJ/kgTM)	angebotenes Futter (C)	8,78	9,46	9,36	8,84	9,11
	verzehrtes Futter (K)	9,50	9,88	9,64	9,61	9,66
	Diff. (K-C)	0,72	0,42	0,28	0,77	0,55
NEL (MJ/kgTM)	angebotenes Futter(C)	5,10	5,60	5,52	5,15	5,34
	verzehrtes Futter (K)	5,70	5,93	5,79	5,76	5,80
	Diff. (K-C)	0,60	0,33	0,27	0,61	0,46

Tab.4: Futterwert des angebotenen und verzehrten Futters auf Stand- u. Mähstandweide 1996

Futterwert-kennzahl	Weidefutter	Koppel 1 Standweide	Koppel 2 Mähstandw.	Koppel 3 Mähstandw.	Koppel 4 Standweide	Mittelwert 1-4
DOM (%)	angebotenes Futter(C)	64,9	70,1	69,3	66,6	67,7
	verzehrtes Futter (K)	74,0	74,8	74,8	75,4	74,8
	Diff. (K-C)	9,1	4,7	5,5	8,8	7,0
ME (MJ/kgTM)	angebotenes Futter (C)	8,77	9,42	9,32	8,98	9,12
	verzehrtes Futter (K)	10,04	10,13	10,10	10,17	10,11
	Diff. (K-C)	1,27	0,71	0,78	1,19	0,99
NEL (MJ/kgTM)	angebotenes Futter(C)	5,11	5,58	5,51	5,27	5,37
	verzehrtes Futter (K)	6,03	6,08	6,06	6,10	6,07
	Diff. (K-C)	0,92	0,50	0,55	0,83	0,70

Das von den Tieren verzehrte Futter hatte im Vergleich zum angebotenen Futter 1995 eine um 3,6 Einheiten und 1996 eine um 7 Einheiten höhere Verdaulichkeit. Auf den Standweiden wurde stärker selektiert als auf den Mähstandweiden und somit die Futterqualitätsdifferenz zwischen den Weidesystemen im 1. Jahr fast und im 2. Jahr vollständig kompensiert.

Bei extensiver Weidewirtschaft lassen sich trotz zum Teil überständigen Futters hohe Zunahmen über die selektive Futteraufnahme erreichen. Die mittleren Zunahmen von 1995 und 1996 für die verschiedenen Rassen und Weidesysteme sind in den Tabellen 5 und 6 angegeben.

Tab.5: Mittlere Lebendmassezunahmen im Untersuchungszeitraum 1995 (182 Weidetage)

Lebendmasse- zunahme	Rasse				Weidesystem			
	Rotbunt n=9		Holstein-Friesian n=9		Standweide n=8		Mähstandweide n=10	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
g/Tier/Tag	749	131	835	93	757	140	820	94

Tab.6: Mittlere Lebendmassezunahmen im Untersuchungszeitraum 1996 (164 Weidetage)

Lebendmasse- zunahme	Rasse				Weidesystem			
	Charolais n=10		Galloway n=10		Standweide n=8		Mähstandweide n=12	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
g/Tier/Tag	802	235	541	106	656	229	682	228

Sowohl bei den Färsen (1995) als auch bei den Ochsen (1996) konnten durch selektiven Futtermittelverzehr akzeptable Leistungen erzielt werden. Ein signifikanter Einfluß der unterschiedlichen Weidesysteme auf die Lebendmassezunahmen konnte nicht festgestellt werden. Allerdings gab es besonders bei den Ochsen der Rasse Charolais große tierindividuelle Unterschiede, die durch Unterschiede im selektiven Fressen oder in der verzehrten Futtermenge begründet sein könnten.

4. Literatur

POPPI, D.P.; HUGHES, T.P.; L'HUILLIER, P.J. (1987)

Intake of pasture by grazing ruminants

In: Livestock Feeding on Pasture - Occasional Publication No. 10, 55-64

Hrsg: New Zealand Society of Animal Production

PORZIG, E. und SAMBRAUS, H. (1991)

Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere

Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin

SCHMIDT, L., HOPPE, T. und WEISSBACH, F.(1997)

Vortrag auf Tagung der DLG-Ausschüsse „Futterkonservierung“ und „Grünland und Futterbau“ am 30.06.-02.07.1997 in Gumpenstein (Österreich), Tagungsmaterialien

WEISSBACH, F.; KUHLA, S. und SCHMIDT, L. (1996a)

Schätzung der umsetzbaren Energie von Grundfutter mittels einer Cellulase-Methode
Proc. Soc. Nutr. Physiol., 5, 115

WEISSBACH, F.; SCHMIDT, L. und KUHLA, S. (1996b)

Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der NEL aus der umsetzbaren Energie
Proc. Soc. Nutr. Physiol., 5, 117

Darstellung der zeitlichen Veränderung der Nitratkonzentration im Boden unter verschiedenen bewirtschafteten Standweiden mit Hilfe einer Computer-Animation

von

Hubert Hüging, Michael Anger, Malcolm Davidson, Walter Kühbauch

Institut für Pflanzenbau, Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau Universität Bonn

1. Einleitung

Das Weidetier verursacht durch die Aufnahme des Stickstoffs mit dem Futter und der Abgabe des größten Teils des Stickstoffs über die Exkremente eine Umverteilung und Konzentration des Stickstoffs von der gesamten Weidefläche auf kleinste Flächen. Je nach Düngung und Bewirtschaftung treten somit hohe räumliche und zeitliche Veränderungen im Gehalt an mineralischem Stickstoff im Boden bzw. Nitratgehalt im Bodenwasser unter Weidenarben auf (AFZAL et al. 1990, HAYNES et al. 1995).

Mit Hilfe einer Computer-Animation soll sowohl die räumliche, wie auch die zeitliche Variabilität der im Bodenwasser unter verschiedenen bewirtschafteten Standweiden gemessenen Nitratkonzentration dargestellt werden. Somit können umfangreiche, sonst schwer auswertbare Datensätze leichter erfaßt und für die weitere Bearbeitung und Interpretation vorbereitet werden.

2. Material und Methoden

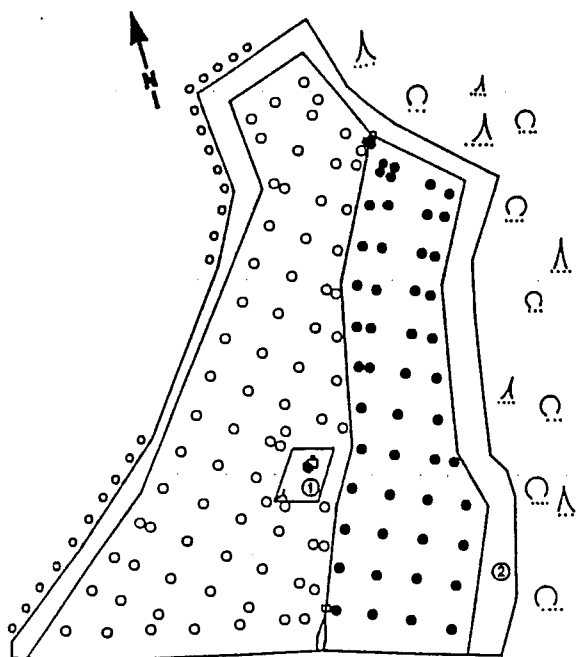
Der Beweidungsversuch wurde im Bergischen Land 4 km nordöstlich von Radevormwald (Oberbergischer Kreis) in 390 m über NN an einem nach Nordosten ausgerichteten Hang - mit einem durchschnittlichen Gefälle von 5,5 ° - durchgeführt. Bei dem anstehenden Bodenprofil handelt es sich um eine Braunerde mit einer nutzbaren Feldkapazität (nFK) von bis zu 300 mm. Die Witterung im Bergischen Land wird durch hohe Niederschläge von durchschnittlich 1.250 mm und Jahresdurchschnittstemperaturen von 7,3 °C geprägt. Die Kenndaten der beiden Bewirtschaftungsvarianten sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Die Versuchsfläche wurde während des Versuchszeitraums mit Jungrindern als Standweide nach dem „put and take-System“ genutzt.

Tab. 1: Kenndaten der Beweidungsvarianten

Variante	Intensiv	Extensiv
Kenndaten		
durchschnittliche Besatzdichte	4,7 GV / ha	2,9 GV / ha
N-Düngung (in kg N / ha und Jahr)	250 (5 x 50 kg N / ha)	0
Flächengröße	1,3 ha	2,2 ha

Zur Erfassung der Stickstoffausträge mit dem Sickerwasser wurden im Herbst 1992 über die gesamte Versuchsfläche verteilt insgesamt 123 Saugkerzen (Typ: P 80) in einem engen Raster von 20 x 20 m installiert. In Anpassung an die unterschiedlichen Flächengrößen der beiden Bewirtschaftungsvarianten erfolgte auf der 1,3 ha großen konventionellen Variante der Einbau von 49 Saugkerzen und auf der mit 2,2 ha größeren Extensivvariante insgesamt 74 Saugkerzen (siehe Abb. 1). Alle Saugkerzen wurden in einer Tiefe von 75 cm unter Flur, wie in Abbildung 2 dargestellt, eingebaut. Darunter befindet sich mit einem grusigen Lehm eine relativ gut dränende Bodenschicht, die nahezu ausschließlich zur Grundwasserneubildung beiträgt.

An jeder Probenahmeflasche wurde im wöchentlichen Abstand zur Entnahme des Bodenwassers ein Unterdruck von 400 hPa angelegt. Die Probenflaschen wurden nach drei Tagen entleert und jeweils ein Aliquot auf Nitrat (NO_3) untersucht. Durch die diskontinuierliche Probenahme wird eine zu starke Störung des Wasserhaushaltes im Bereich der Saugkerze und die Bildung von Fließwegen zur Saugkerze hin verhindert.



Extensiv	Intensiv
2,2 ha	1,3 ha
74 Saugkerzen	49 Saugkerzen

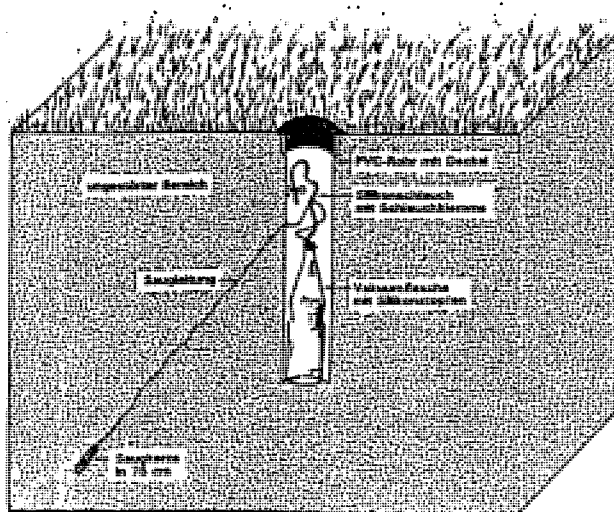


Abb. 2: Skizze einer Probenahmestelle

Abb. 1: Versuchplan und Verteilung der Probenahmestellen zur Sickerwassergewinnung
 (○ Probenahmestelle der extensiven Variante,
 ● Probenahmestelle der intensiven Variante)

Die Aufbereitung und Darstellung der NO_3 -Werte beider Varianten wurde mittels IDL (Interactive Data Language), einer speziell zur Datenvisualisierung angepaßten Programmiersprache, vorgenommen. Neben der Nutzung von in IDL mitgelieferten Standardroutinen wurden eigene Routinen und Programme in dieser Sprache entwickelt, die für die Erstellung von Einzelbildern sowie für die Animation benötigt werden (COMPUTATIONAL GEOMETRY 1985, IDL REFERENCE GUIDE 1995).

In der Animation gehen die nahezu wöchentlich erfaßten Nitratkonzentrationen der 123 Probenahmestellen einzeln und ortstreu ein; der Betrachtungszeitraum von Januar 1993 bis April 1995 umfaßt insgesamt 115 Einzeltermine.

3. Ergebnisse

Die Auswertung der über den Zeitraum wechselnden Nitratkonzentrationen durch die Computer-Animation zeigt während der Betrachtungsperiode deutliche Unterschiede zwischen den beiden Bewirtschaftungsvarianten auf. Besonders große Differenzen sind in den Sickerwasserperioden zwischen Oktober und Januar festzustellen.

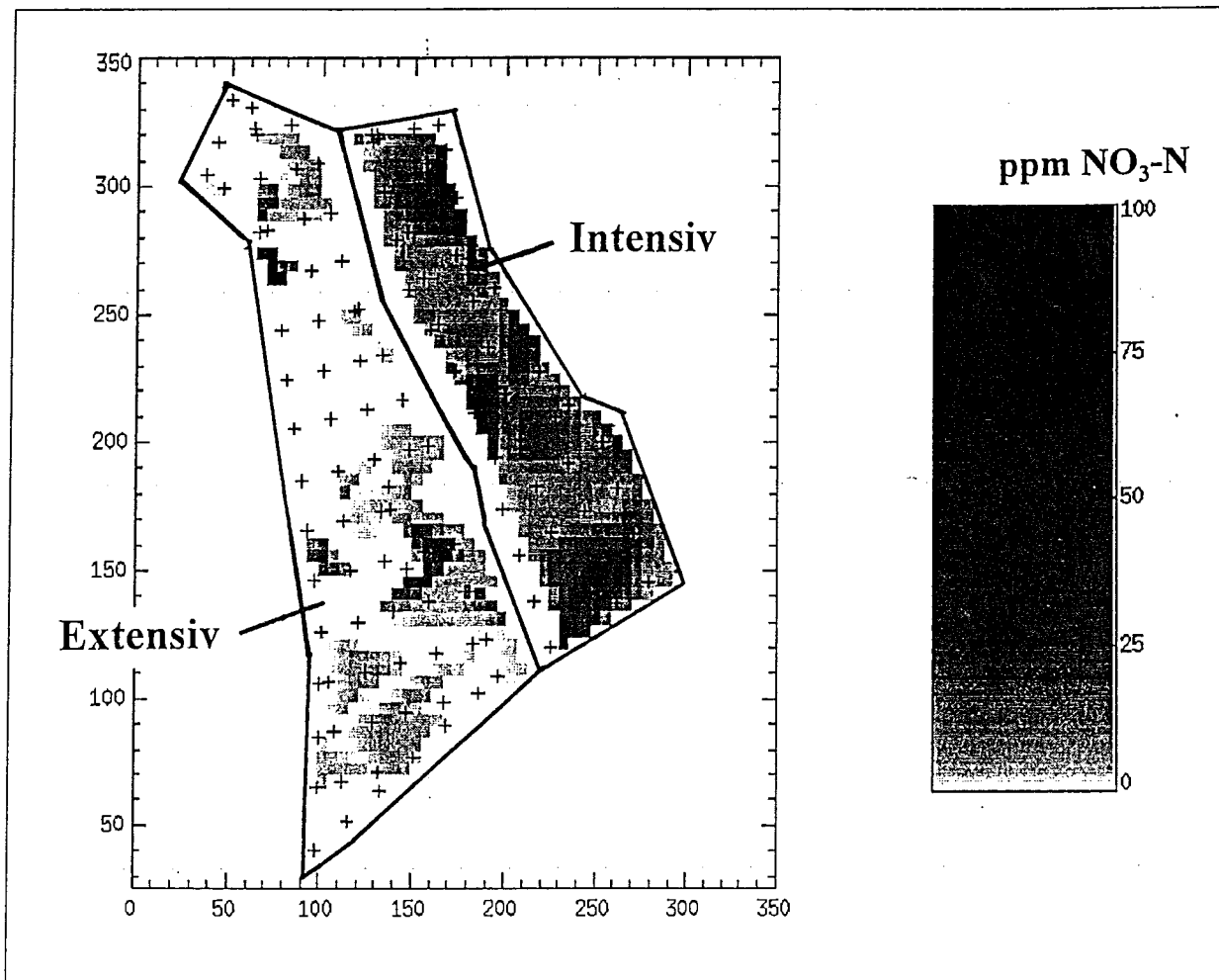


Abb. 3: Standbild aus der Computer-Animation (Termin: 20.12.1993) mit Angabe der Nitrat-N-Konzentration in ppm und Kennzeichnung der Probenahmestellen (+) auf der gesamten Versuchsfläche (vgl. Abb. 1)

Die in Abbildung 3 dargestellte Momentaufnahme aus der Animation zeigt den Probenahmeterrin vom 20.12.1993. Zwischen beiden Varianten ist ein deutlicher Unterschied in der Einfärbung (hier in Graustufen dargestellt) und damit in der Nitrat-N-Konzentration zu erkennen. Interessant ist die räumliche Verteilung auf beiden Varianten.

Zu diesem Probenahmeterrin wurden auf der Extensivvariante im überwiegenden Bereich geringe bis sehr niedrige Werte erfaßt. Bei den dunkler gefärbten Bereichen mit stellenweise sehr hohen Konzentrationen handelt es sich um die während der Weideperiode häufig aufgesuchten Ruhebereiche der Tiere.

Das Konzentrationsniveau der Intensivvariante liegt dagegen auf der gesamten Fläche deutlich über den Werten der extensiven Variante. Aber auch hier sind Extremwerte im Bereich der Tränke- und Ruheplätze festzustellen, die allerdings, im Gegensatz zur Extensivvariante, auf einer größeren Fläche auftreten.

4. Schlußfolgerung

Die Darstellung von umfangreichen Datensätzen in Form einer Computer-Animation ermöglicht es, wie hier am Beispiel mehrjähriger Ergebnisse aus Saugkerzenbeprobungen verschieden bewirtschafteter Standweiden, einen guten Überblick über die räumlichen und zeitlichen Veränderungen der Nitratkonzentrationen zu erhalten.

Literatur:

- AFZAL, M., and W.A. ADAMS, 1992: Heterogeneity of soil mineral nitrogen in pasture grazed by cattle. - Soil Sci. Soc. Am. J. 56, 1160-1166.
- COMPUTATIONAL GEOMETRY, 1985: An Introduction. F.P. Preparata und M.I. Shamos, Springer-Verlag, New York.
- HAYNES, R.J., and P.H. WILLIAMS, 1995: Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. - Advances in Agron. 49, 119-199.
- IDL REFERENCE GUIDE, 1995: Vol. II, Interactive Data Language Version 4, Research Systems Inc..

Einfluß der Stickstoffdüngung und des Nutzungszeitpunktes im Frühjahrswachstum auf Ertrags- und Qualitätsparameter im Nachwuchswachstum von Deutschem Weidelgras

von

B. Ingwersen, R. Wulfes und F. Taube
Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Universität Kiel

1. Einleitung und Problemstellung

Intensiv genutzte Grasbestände unterliegen einer mehrmaligen Schnittnutzung im Verlauf einer Vegetationsperiode. Im Hinblick auf den Jahresertrag liegt dabei der Schwerpunkt auf der Ertragsleistung des ersten Aufwuchses. Die Leistungsfähigkeit der Nachwüchse ist u. a. abhängig von

- der Höhe der Stickstoffdüngung zum Primär- und zum Nachwuchswachstum
- dem Zeitpunkt der Nutzung und
- dem Entwicklungsrhythmus der gewählten Art/Sorte.

Neben der direkten Wirkung einer N-Düngung auf den Nachwuchswachstum können auch Nachwirkungen der Vordüngung auftreten, die sich ertraglich im Folgeaufwuchswachstum widerspiegeln und in der Literatur vielfach beschrieben sind (PRINS et al., 1977; WILMAN, 1978). Zur Wirkung von Residualeffekten auf die qualitative Entwicklung von Nachwüchsen liegen jedoch kaum Ergebnisse vor.

Für das Leistungspotential des Nachwuchses ist ferner der Nutzungszeitpunkt entscheidend. Durch ihn wird der Anteil generativer Triebe im Nachwuchswachstum festgelegt, welcher für den Trockenmasseertrag entscheidend ist (BINNIE et al., 1980; TAUBE, 1986). Die phänologische Entwicklungsgeschwindigkeit wird wiederum durch eine Stickstoffdüngung beeinflusst. Solche direkten Wirkungsmechanismen wurden sowohl in Primär- als auch in Nachwüchsen untersucht (TAUBE, 1993; WULFES, 1993). Nicht näher bekannt ist der Einfluß von Residualeffekten auf die phänologische Entwicklung von Nachwüchsen.

Weiterhin wirkt sich der Nutzungszeitpunkt des Primäraufwuchses auf die Höhe eventuell auftretender Nachwirkungen aus (BROCKMAN, 1966; KALTOFEN, 1978). Die bestehenden Wechselwirkungen der beschriebenen Einflußfaktoren Stickstoffdüngung, Nutzungszeitpunkt und sortentypische Reaktion wurden in einem 2-jährigen Feldversuch in den Jahren 1994 und 1995 auf dem Versuchsgut Hohenschulen des Instituts für Pflanzenbau der Universität Kiel näher überprüft.

2. Material und Methoden

Die Wirkung einer mineralischen N-Düngung zu einem Frühjahrswachstum sowie die Residualwirkung im Folgeaufwuchswachstum auf die Ertrags- und Qualitätsentwicklung von Deutschem Weidelgras wurde in 3 unterschiedlichen, jeweils 7-wöchigen, Nachwuchswachstumsperioden in Abhängigkeit vom Nutzungszeitpunkt des 1. Aufwuchses untersucht. Tabelle 1 zeigt die untersuchten Versuchsfaktoren und Faktorstufen. Während des gesamten Aufwuchswachstumszeitraumes wurde durch wöchentliche Probenahmen der Verlauf der Ertrags- und Qualitätsentwicklung in den untersuchten Nachwüchsen erfaßt. An die erhobenen Rohdaten wurden Wachstumsfunktionen nach BOGUSLAWSKI und SCHNEIDER (1962) angepaßt und aus den ermittelten Verläufen Parameter, die insbesondere die zeitliche Veränderung der Ertrags- und Qualitätsentwicklung charakterisieren, abgeleitet. Hierzu zählen die maximal erreichten Zuwachs- und Veränderungsrate, die Zeitpunkte, an denen maximale Zuwachs- und Veränderungsrate erreicht werden und die Zeiträume, über die diese maximalen Zuwachs- und Veränderungsrate gehalten werden.

Tabelle 1: Versuchsfaktoren und Faktorstufen:

Faktor	Stufe	
1. Nutzungszeitpunkt des 1. Aufwuchses	1.1	Weidereife
	1.2	Siloreife
	1.3	Heureife
2. Sortentyp	2.1	Gremie (sehr früh)
	2.2	Vigor (spät-sehr spät)
3. N-Düngung zum 1. Aufwuchs	3.1	0 kg N ha ⁻¹
	3.2	40 kg N ha ⁻¹
	3.3	120 kg N ha ⁻¹
4. N-Düngung zum 2. Aufwuchs	4.1	0 kg N ha ⁻¹
	4.2	40 kg N ha ⁻¹
	4.3	80 kg N ha ⁻¹
	4.4	120 kg N ha ⁻¹

3. Ergebnisse und Diskussion

Abbildung 1 zeigt die Residualeffekte einer N-Düngung nach Nutzung des 1. Aufwuchses zur Siloreife. Ein gesicherter Einfluß der Vordüngung besteht hierbei in Bezug auf die Trockenmasseentwicklung und die Entwicklung des Energiegehaltes beider Sorten. Leitet man aus den abgebildeten Wachstumsfunktionen andere Parameter des Zuwachsverlaufs ab, so lassen sich nur für die maximalen Zuwachs- und NEL-Veränderungsraten gesicherte Einflüsse der Vordüngung aufzeigen.

Während Gremie in der Trockenmassebildung positiv auf das höhere N-Düngungsniveau im Voraufwuchs reagiert, verhält es sich bei Vigor genau umgekehrt. Hier erreicht die im Voraufwuchs ungedüngte Variante zum Ende des Aufwuchses annähernd 100 g TM/m² mehr als die im Voraufwuchs hoch gedüngte Variante. Ebenfalls gegenläufig zeigt sich das Bild der Sorten bezüglich der Entwicklung des Energiegehaltes. Zwar erreichen beide Sorten annähernd das gleiche Niveau, der Abfall im zeitlichen Verlauf ist aber für Gremie in der im Primäraufwuchs hoch gedüngten Variante am höchsten, für Vigor dagegen in der im Primäraufwuchs ungedüngten Variante. Vigor reagiert auf eine hohe N-Düngung im Voraufwuchs mit einer deutlich verzögerten Abnahme der NEL-Gehalte. Bezüglich des Verlaufs der Rohproteinentwicklung im Nachwuchs zeigen beide Sorten keinen deutlichen Effekt hinsichtlich der Stickstoffdüngung im Primäraufwuchs.

In der Untersuchung konnte eine gesicherte Wechselwirkung zwischen Nutzungszeitpunkt des Primäraufwuchses und Residualeffekten, wie sie vielfach in der Literatur beschrieben wird, aufgezeigt werden. Mit verzögerter erster Nutzung nimmt die Wirkung von Residualeffekten ab. Dies beruht auf verminderten maximalen Zuwachsraten. Dieser Einfluß ist in deutlichem Zusammenhang mit der phänologischen Entwicklung der Bestände zum Nutzungszeitpunkt zu sehen. Ein hoher Anteil generativer Triebe im Nachwuchs, wie er nach früher Nutzung zu beobachten ist, erhöht dessen Ertragspotential erheblich und damit das Auftreten von Residualeffekten.

Ein weiterer Einfluß auf das Auftreten von Residualeffekten geht von der genotypspezifischen Entwicklungsrhythmik der angesäten Sorte aus. In den vorliegenden Ergebnissen konnten diese Unterschiede zwischen den Sorten nach Nutzung des Primäraufwuchses zur Siloreife abgesichert werden. Auch dieser Effekt beruht auf unterschiedlichen Anteilen an generativen Trieben im Nachwuchs. So bildet Vigor nach einer Nutzung des 1. Aufwuchses zur Siloreife deutlich weniger generative Triebe im Nachwuchs aus als Gremie. Demnach verläuft die Trockenmassebildung und die Entwicklung des Energiegehaltes im Nachwuchs in Abhängigkeit von

der Vordüngung auch völlig entgegengesetzt zu der von Gremie. Im Nachwuchs nach Nutzung zur Weidereife zeichnet sich in dieser Untersuchung eine deutliche Beziehung zwischen Sortenreaktion und Witterungsverlauf ab. Günstige klimatische Bedingungen beschleunigen die Entwicklung des frühen Genotyps und vermindern damit die Residualeffekte im Nachwuchs. Wechselwirkungen zwischen der N-Düngung zum Primäraufwuchs und zum Nachwuchs konnten in dieser Untersuchung nicht beobachtet werden. Insbesondere sogenannte "Priming-Effekte" oder "Added-Nitrogen-Interaction", also eine erhöhte Verfügbarkeit von bodenbürtigem Stickstoff durch die verabreichte N-Menge traten nicht in meßbarer Höhe auf.

4. Fazit

- Innerhalb einer Vegetationsperiode können Nachwirkungen einer N-Düngung auftreten. Diese werden durch höhere maximale Zuwachsraten und damit höhere Maximalerträge wirksam
- Es bestehen Wechselwirkungen zwischen Nutzungszeitpunkt des Primäraufwuchses und Residualeffekten im Folgeaufwuchs. Mit verzögerter erster Nutzung nimmt die Wirkung von Residualeffekten ab. Sie beruht auf verminderten maximalen Zuwachsraten.
- Es besteht ein Zusammenhang zwischen Sortentyp und dem Auftreten von Nachwirkungen. Dieser liegt in der unterschiedlichen phänologischen Entwicklung der Genotypen zum Nutzungszeitpunkt des Primäraufwuchses begründet. Späte Genotypen lassen Nachwirkungen eher auftreten als frühe Genotypen. Durch die größeren jahresbedingten Unterschiede in der Entwicklung ist das Auftreten von Nachwirkungen bei frühen Sorten unsicherer als bei späten Sorten.

5. Literaturverzeichnis

- BINNIE R. C., D. M. B. CHESTNUTT und J. C. MURDOCH, 1980: The effect of time of initial defoliation and height of defoliation on the productivity of *Lolium perenne* swards. *Grass and Forage Science* 35, 267-273.
- BOGUSLWASKI E., P. LIMBERG und B. SCHNEIDER, 1962: Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der Ertragsbildung. *Zeitschrift Acker- und Pflanzenbau* 114, 221-236
- BROCKMAN J. S., 1966: The growth rate of grass as influenced by fertilizer nitrogen and stage of defoliation. *Proc. 10th Int. Grassld. Soc., Helsinki.*
- KALTOFEN H., 1978. Einfluß des Schnittzeitpunktes auf Wirkung und Nachwirkung der Stickstoffdüngung bei Futtergräsern. *Archiv Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde* 3, 203-209.
- PRINS W. H. und P. F. J. VAN BURG, 1977: The residual effect of fertilizer nitrogen on grassland within one growing season. *Proc. 13th Int. Grassld. Soc., Leipzig.*
- TAUBE F., 1986: Wachstumsanalytische Untersuchungen an Deutschem Weidelgras und Knaulgras im Vegetationsablauf unter besonderer Berücksichtigung des Schnittzeitpunktes im 1. Aufwuchs. *Diss. der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der CAU Kiel.*
- TAUBE F., 1993: Beziehungen zwischen Stickstoffaufnahme und Ertragsbildungsprozessen bei ausgewählten Futtergräsern. *Habilitationsschrift CAU Kiel.*
- WILMAN D., 1978: Nitrogen and Italian ryegrass 5. Growth up to 14 weeks: residual effects. *J. Br. Grassld. Soc.* 33,245-251.
- WULFES R., 1993: Wachstumsanalytische Untersuchungen zur Dynamik der Qualitätsentwicklung von Deutschem Weidelgras und Knaulgras im Vegetationsablauf in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung und vom Standort. *Diss. der Agrarwissenschaftlichen Fakultät der CAU Kiel.*

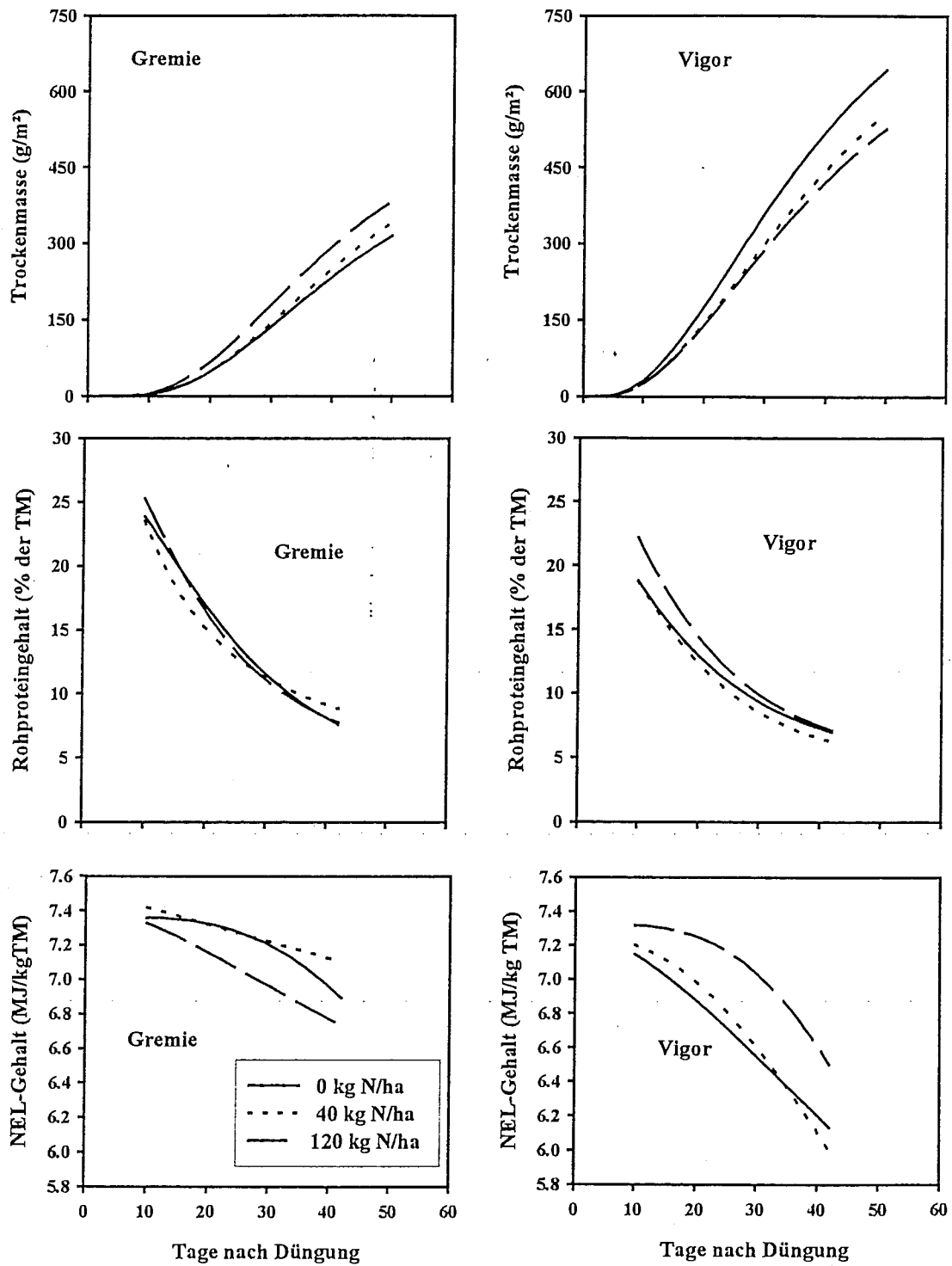


Abb. 1: Trockenmasse-, Rohprotein- und NEL-Gehaltveränderung im 2. Aufwuchs der beiden Sorten Gremie und Vigor nach Nutzung des 1. Aufwuchses zur Siloreife bei unterschiedlicher N-Düngung zum 1. Aufwuchs (im Mittel der N-Düngung zum Nachwuchs und der Versuchsjahre)

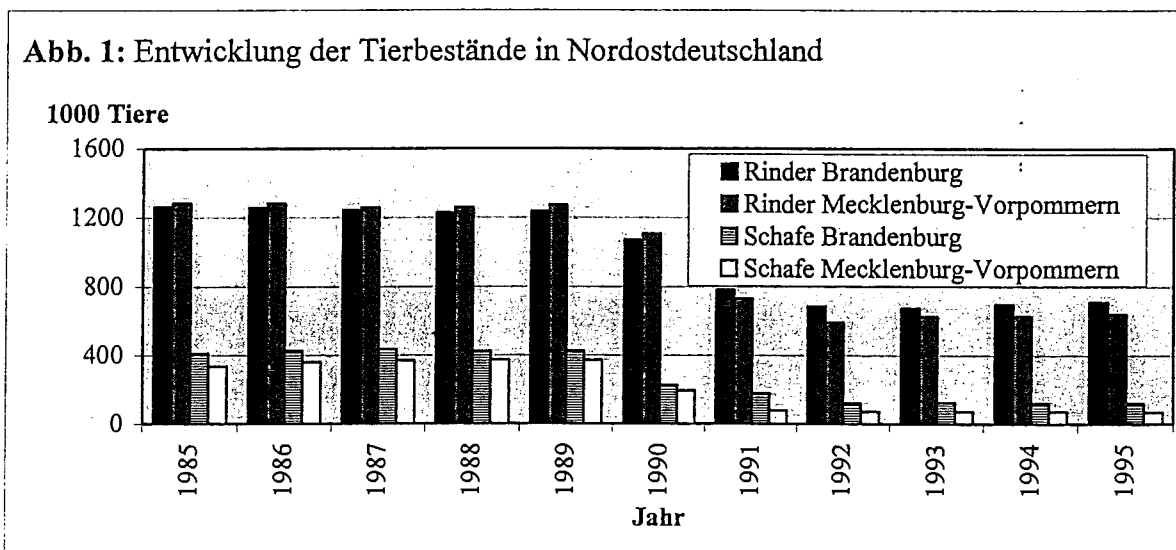
Landschaftspflege mit Extensivrassen (Rinder der Rasse Galloway und Schafe der Rasse Skudde)

Thomas Kaiser und Andreas Fischer

ZALF in Müncheberg, Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie

1. Problemstellung

Durch die 1990 einsetzenden agrarstrukturellen Umbrüche kam es zu einer drastischen Verringerung der Viehbestände in Nordostdeutschland (Abbildung 1). Gleichzeitig verminderte sich das Grünland flächenmäßig nur wenig. Dadurch gewannen extensive Weidesysteme, die in gesellschaftlichen Bereichen teilweise auf wenig Akzeptanz stoßen, zunehmend an Bedeutung.



Es liegen wenig interdisziplinär gewonnene Erkenntnisse zum ökologischen Wirkungsgefüge von Extensivweiden vor. Der hier vorgestellte Posterbeitrag befaßt sich mit ausgewählten Beziehungen zwischen Sukzessionsprozessen auf dem Grünland und Rassen der Tierarten Rind und Schaf. In diesem Zusammenhang wird das in der Landschaftspflege gebräuchliche Maß für die Tierbesatzstärke „GV je ha“ kritisch beleuchtet.

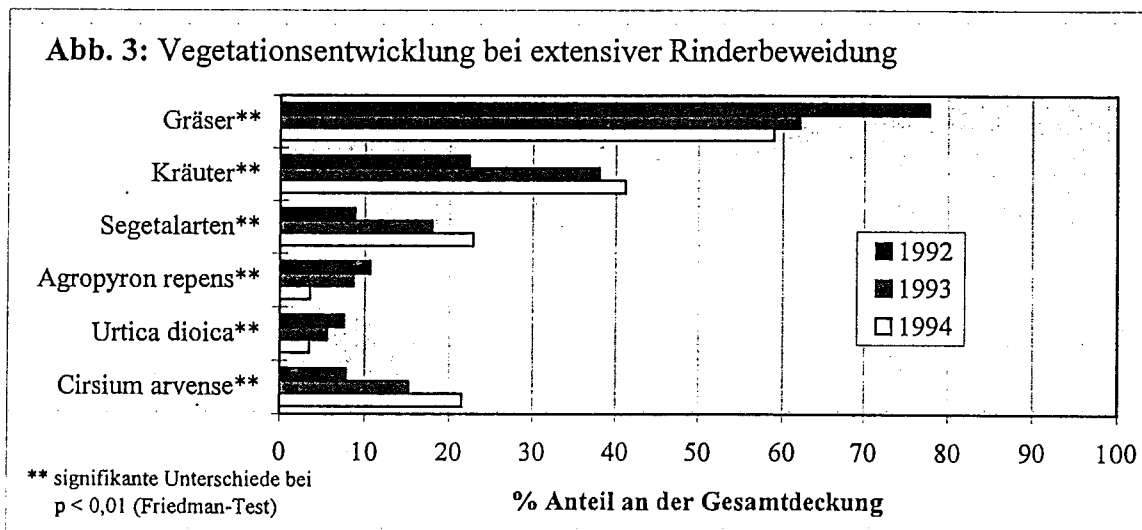
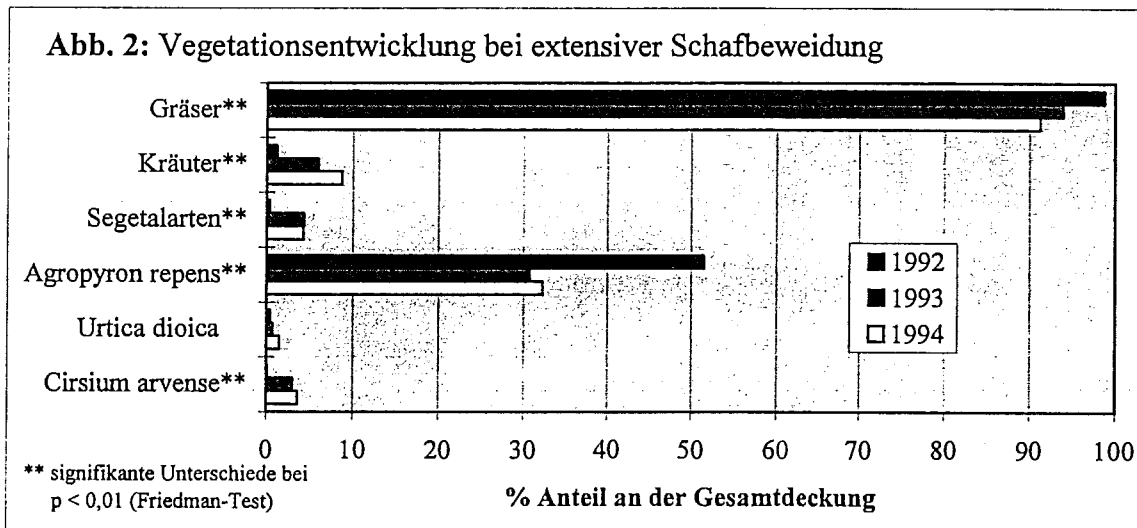
2. Material und Methoden

Es wurden Standweiden (ehemaliges Saatgrasland) wechsellöcheriger bis -nasser Ausprägung auf reliefiertem Niedermoor im Havelländischen Luch untersucht. Die Beweidung erfolgte 1992-94 mit extensiven Tierrassen (Skudde, einer vom Aussterben bedrohten Schafrasse, und Galloway) bei einer einheitlichen Besatzstärke von 1 GV je ha jeweils von Mai bis Oktober. Die Koppelgröße betrug 0,8 ha (Skudde) bzw. 9 ha (Galloway). Über die Koppeln wurde mit Hilfe von Holzpfählen ein Raster in der Größe von 20 x 20 m auf der Schafweide und 50 x 50 m auf der Rinderweide gelegt. Bei unsymmetrischem Verlauf der Koppel ist die Rastergröße entsprechend modifiziert worden. Folgende Untersuchungen wurden durchgeführt:

- rasterweise Erfassung der Vegetation auf der gesamten Weidefläche nach der Boniturskala von BRAUN-BLANQUET, jeweils im Juni/Juli,
- monatliche, rasterweise Bonitur des Verbißgrades, jeweils von Juni bis Oktober,
- Bestimmung der Laufleistung als mittelbares Maß für die Trittbelastung, jeweils im 14-tägigen Abstand während der Vegetationsperiode; Aufnahmeintervalle im 5-Minuten-Takt, verteilt über den gesamten Lichttag,
- monatliche Tierwägungen.

3. Ergebnisse

Nach 3 Jahren extensiver Beweidung zeigte sich eine deutliche Verminderung des Gräseranteils (vor allem des Queckenanteils) bei gleichzeitiger Zunahme des Anteils von Kräutern und Segetalarten. Besonders auf der Rinderweide kam es zu einer drastischen Vermehrung der Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*), während der Anteil der Großen Brennessel (*Urtica dioica*) zurückging bzw. auf der Schafweide nahezu konstant blieb (Abbildungen 2 und 3).



Diese Ergebnisse korrespondieren mit der Verbißleistung der beiden Tierrassen (Abbildung 4). In allen 3 Untersuchungs Jahren weidete die Skudde die Fläche vollständiger ab und hinterließ im Herbst bei gleicher Besatzstärke einen deutlich geringeren Weiderest als das Gallo-

way-Rind. Diese rassenspezifischen Unterschiede sind auf die doppelt so hohe metabolische Lebendmasse je kg Lebendmasse der Skudde (Tabelle) und sein damit verbundenes relativ größeres Futteraufnahmevermögen zurückzuführen.

Abb. 4: Jahreszeitlicher Verlauf des Gesamtverbisses pro Flächenraster

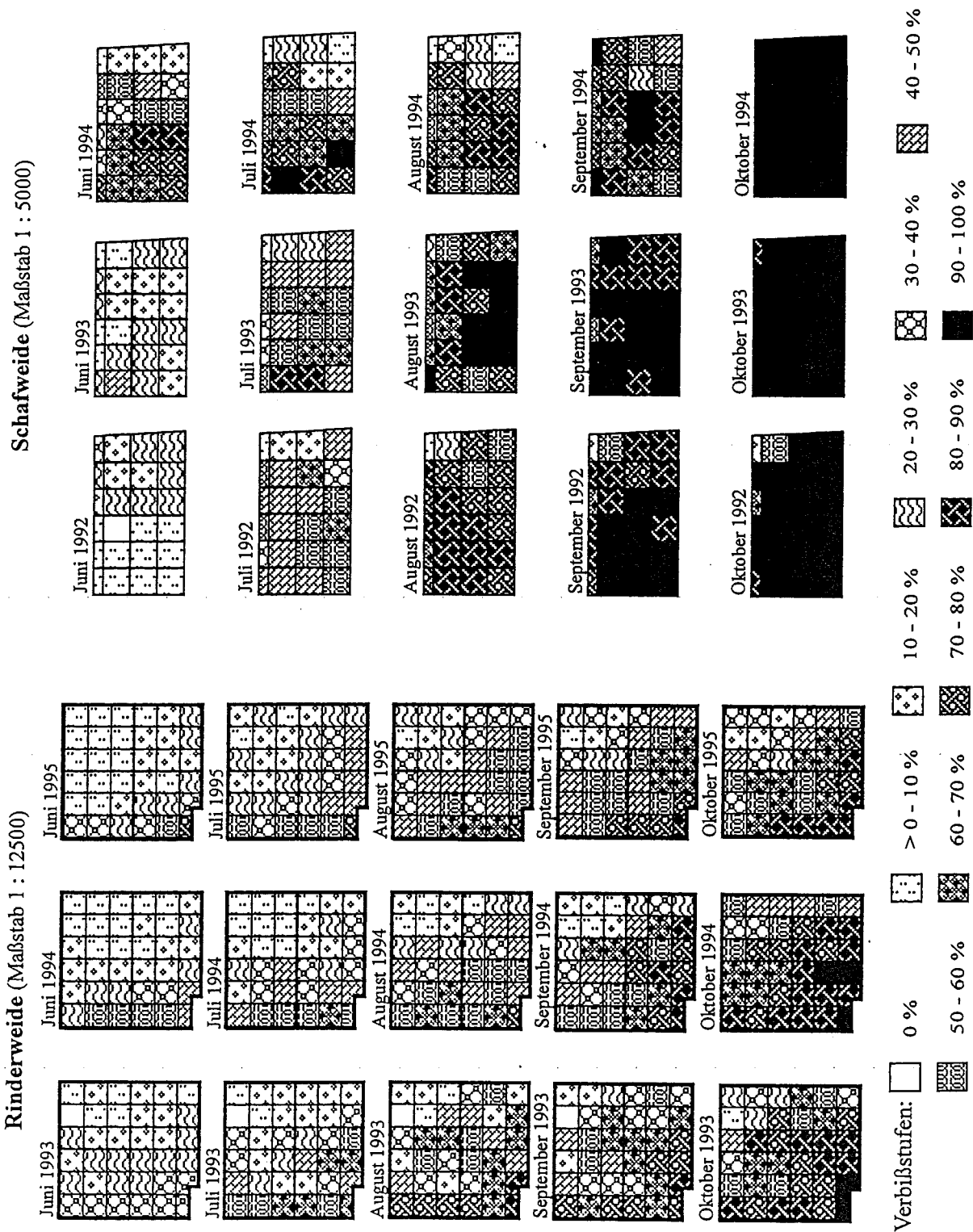


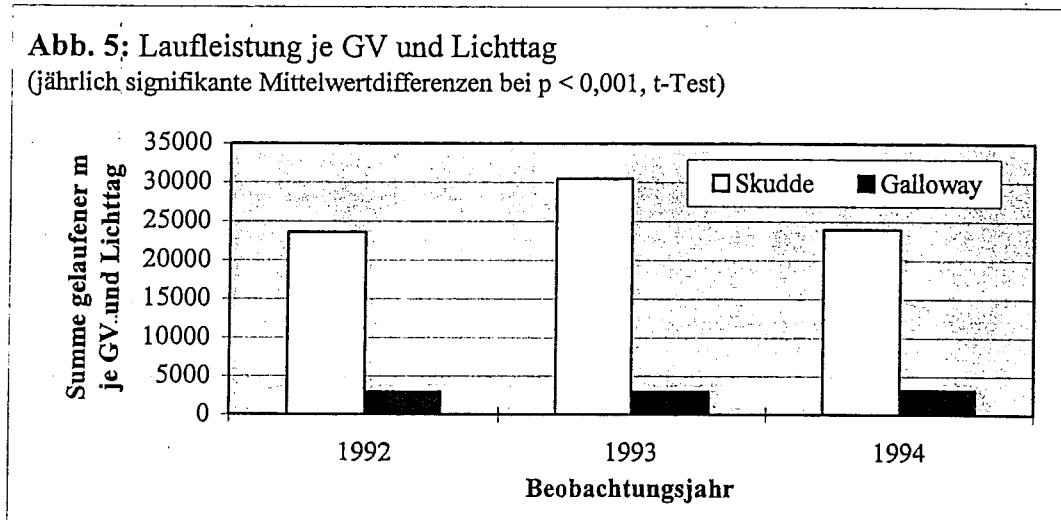
Tabelle: Vergleich der Lebendmassen (LM) von Skudde und Galloway

Tierrasse	durchschnittliche LM [kg]	metabolische LM [kg ^{0,75}]	metabolische LM je kg LM [kg ^{0,75}]
Skudde	33,7	14,0	0,42
Galloway	480,0	102,5	0,21

Als mittelbares Maß für die Trittbelastung und die Gleichmäßigkeit der Beweidung kann die Laufleistung der Tiere je Lichttag angesehen werden. Aus der Abbildung 5 ist ersichtlich, daß die Skudden den Galloways in diesem Merkmal deutlich überlegen waren.

Abb. 5: Laufleistung je GV und Lichttag

(jährlich signifikante Mittelwertdifferenzen bei $p < 0,001$, t-Test)



4. Schlußfolgerungen

- Sehr extensive Beweidung führt auf trockeneren Niedermoorweiden zu einer merklichen Verschiebung der Artenzusammensetzung und zu einer Verschlechterung der Futterqualität, insbesondere durch die Zunahme der Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*).
- Die Skudde erwies sich gegenüber dem Galloway-Rind als das relativ agilere Weidetier, das im Herbst bei gleicher Besatzstärke einen geringeren Weiderest hinterließ.
- Andererseits wird aber auch aus den Ergebnissen deutlich, daß eine Anwendung der allgemein gebräuchlichen Einheit „GV je ha“ als Maß für die Besatzstärke problematisch ist, wenn es gilt, Beweidungseffekte bei großemäßig sehr verschiedenen Tierrassen miteinander zu vergleichen. Sinnvoller erscheint es, die Tierbesatzstärke unter Berücksichtigung des Futteraufnahmevermögens bzw. der metabolischen Lebendmasse je kg Lebendmasse zu definieren.

Wandel im Grünland des Inneren Schwäbisch-Fränkischen Waldes in den letzten zwei Jahrhunderten

Von

Dirk Kauter und Helmut Jacob

Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim

Einleitung und Zielsetzung

Ausgangspunkt für vorliegende Untersuchung war eine Dokumentation der Änderung der Wiesenvegetation einer Gemeinde im Schwäbisch-Fränkischen Wald auf der Grundlage von Vegetationsaufnahmen aus den frühen fünfziger Jahren. Um diesen Wandel besser verstehen und werten zu können wird versucht, das Grünland weiter zurückliegender Perioden aus schriftlichen Quellen zu rekonstruieren. Diese historische Analyse kann der Diskussion über die weitere Nutzung und Gestaltung der Kulturlandschaft Anstöße geben.

Der Untersuchungsraum

Das Untersuchungsgebiet liegt im Inneren Schwäbisch-Fränkischen Wald, 55 km nordöstlich von Stuttgart. Die Beobachtungsflächen finden sich zwischen 340 m ü. NN auf Alluvialen im Kochertal und 560 m ü. NN auf einer Lias-Platte. Dazwischen dominiert der bewaldete Keuper mit größeren Lichtungen im Bereich des Stubensandsteins. Im langjährigen Mittel fallen zwischen 850 und 900 mm Niederschlag bei Jahrestemperaturmitteln zwischen 7 und 8 °C.

Veränderungen in den letzten zwei Jahrhunderten

Aus der ersten Hälfte des 18. Jh. berichtet ein »Schatzungslibell« von 1722 (Gemeindearchiv Sulzbach-Laufen SA 612). Wiesen im Stubensandsteingebiet werden dort mit 10 Gulden je Limpurgischen Morgen taxiert sie liegen fast ausnahmsweise entlang von Wasserläufen, Wiesen im Kochertal dagegen auf 48 Gulden. Zum Vergleich: Äcker liegen bei 12, Weiden bei 5 Gulden! Im Notjahr 1739 ist der zweite Schnitt auf den Wiesen im Kochertal ausgefallen (PRESCHER 1789/90). Damit sind für das Gebiet für das frühe 18. Jh. mehrschnittige Wiesen belegt. Die Unterschiede in der Taxierung der Wiesen werden so plausibel: Es sind mehrschnittige Wiesen im Kochertal, einmähdige auf Stubensandstein zu vermuten.

Ausführlichere Angaben liegen bei PRESCHER (1789/90) für das Ende des 18. Jh. vor. Im Kochertal finden sich mehrschürige »treffliche« Wiesen, die ihre Fruchtbarkeit regelmäßigen Überflutungen danken. Anders im Gebiet des Stubensandsteins: »Die Wiesen sind im Sandland, wie natürlich etwas mager, wo sie nicht durch Düngung verbessert sind.« Gedüngt wird mit Mist aber auch mit ausgelaugter Asche, die bei der Pottaschensiederei anfällt. Generell reicht dort das Futter von den Wiesen nicht aus. Man begegnet diesem Notstand mit Heuzukauf aus dem Kochertal und der Heugewinnung auf den »Dreischen«. Unter »Dreische« wird drei- bis neunjährige Brache nach neun bis zwölf Jahren Ackerbau verstanden. Ein Brennen der Grasnarbe (das »Kohlhaufen«) kann zwischen Wiesen- und Ackernutzung stehen. Beweidete Flächen waren in großem Umfang vorhanden. »So lange der Winterfrost die Erde nicht kahl und starr macht muß all sein [des Landmanns] Vieh auf die Weide traben, und ein junger Mensch zur Gesellschaft mit, der dadurch an seiner moralischen Bildung zurückbleibt, und bey dem soporösen Hirtenleben den Geschmack am thätigeren und nuzvolleren bürgerlichen Zusammenleben etwas abstumpft«. Neuerungen halten zögerlich Einzug: der Anbau von »Raygras« (*Arrhenatherum elatius*) ist verbürgt. In einigen Gemeinden sind die Allmenden geteilt und ist die Stallfütterung eingeführt.

Zum Pflanzenbestand der Wiesen und Weiden ist nur wenig überliefert. »Sauerampfer, Wegwarten, Säuohren, Waldäpflein, Schlüsselblumenkraut, Gänseblümlenskraut, Schmalzblumen-

kraut [*Ranunculus acris*]*«* werden als »Acker- und Wiesenkräuter genannt, die bei der Hungersnot 1771 der menschlichen Ernährung dienten.

Die Dreischen im Untersuchungsgebiet sind hauptsächlich mit Quecken bewachsen berichtet ANONYMUS (1819).

Ab Mitte des 19. Jh bessert sich die Quellenlage. Das Vieh wird ab Mai auf »Heiden«, später in den Waldungen wie auf den Stoppeln und ab 24. August auf den Wiesen gehütet (GRILL 1841). Die Waldungen sind nicht gleichermaßen zur Beweiden geeignet. Während der Boden des bäuerlichen Femelwaldes mit Gras bedeckt ist, findet das Vieh im herrschaftlichen Hochwald nur Moos. Stallfütterung konnte sich noch nicht durchsetzen. Als Erträge von den Wiesen, »auf Heuwerth reduciert«, werden angegeben: im Kochertal 46 - 56 dt/ha, auf der Lias-Fläche 27 dt/ha und im Stubensandseingebiet 18 - 28 dt/ha. Dabei sind die Wiesen im Kochertal wie schon einhundert Jahre früher mehrschürig, alle anderen einschürig.

Aus den tierischen Leistungen errechnet GRILL den Ertrag der beweideten Flächen. »Auf Heuwerth reduciert« gibt er für die Herbstweide auf Wiesen im Stubensandsteingebiet einen Ertrag von 8 und für »Waide und Fehmelwald (Heide)« von 11 dt/ha an.

Auf Grünland ist Düngung üblich. Alle drei Jahre werden Wiesen mit 30 dt/ha »Nadelstreudünger« (Mist auf der Basis von Nadelstreu) gedüngt, nicht jedoch die Wiesen im Kochertal und die Dreischen. Auf »Bergwiesen« findet sich »trotz der gewaltigen Moosdecke, gewöhnlich ein so üppiger Graswuchs«. »Hahnenfuß und *Colchicum autumnale*« sind häufige Unkräuter.

Nach der Oberamtsbeschreibung von 1852 (MOSER) sind *Arnica montana*, *Gentiana verna* und *Trifolium montanum* im Gebiet nicht selten.

Für das Ende des 19. Jh. sprechen die Quellen zunehmend vom Verschwinden der beweideten Flächen im Gebiet (BÜHLER 1900). Tradiertere Erinnerungen vom Ende des letzten Jahrhunderts wissen noch, daß steile Hänge, die heute bewaldet sind, damals als einschürige Wiesen genutzt wurden. Nach dem Schatzungslibell wurden sie 1722 beweidet oder als Acker genutzt.

Von einer Reise durch bayrisch Franken berichtet BRAUNGART (1898) aus dem Sandsteinkeuper bei Ansbach, daß die Wiesen dort stark mit *Rumex obtusifolius*, *Rumex crispus*, Hahnenfußarten und Doldenblütlern verunkrautet sind.

Aus dem Jahr 1927 (EICHLER & AL.) stammen die letzten Nennungen von *Arnica montana* und *Primula farinosa* aus dem Gebiet.

Erinnerungen berichten von Aufforstungen von Wiesen an Bachläufen im Stubensandstein in den vierziger Jahren dieses Jahrhunderts. Davor wurden dort »zum Muttertag straußweise Trollblumen gepflückt.« In der gleichen Zeit verschwinden auch mit »Seegrass« (*Carex brizoides*) bestandene Flächen im Wald, die bislang der Streugewinnung dienten. Ab den fünfziger Jahren beginnt die mineralische N-Düngung auf Wiesen, nachdem bereits ab 1920 zusätzlich zur Mistzufuhr Thomasmehl eingesetzt wurde.

Eine grünlandsoziologische Bearbeitung des Gebietes aus dem Jahr 1952 (KOHLMAYER 1953) dokumentiert *Poo-Triseteten* und verschiedene *Arrhenathereten*. *Gentiana verna*, *Trifolium montana* und *Antenaria dioica* waren in Wiesen noch vertreten. Eine Kartierung zeigt, daß sich die Nutzung der Flächen entscheidend geändert hat. Steile Hänge die nach den Urflurkarten von 1831 Weiden, Wiesen und Äcker trugen sind aufgeforstet. Im Gebiet des Stubensandsteins sind die Flächen, die ehemals von Wiesen eingenommen wurden ausnahmslos mit Wald bestockt, Wiesen finden sich nur auf ehemaligen Ackerstandorten. Lediglich bei den Wiesen im Kochertal zeigt sich eine Konstanz der Flächennutzung.

1995 haben die Bestände weitestgehend ihre charakteristischen Arten verloren. Fast alle Pflanzenbestände lassen sich nur noch als Restgesellschaften einordnen. Von insgesamt 117 im Jahr 1951 gefundenen Arten konnten 31 im Jahr 1995 in den Beständen nicht wiedergefunden werden. Wurden jedoch auch Bestandesränder, Raine, Gräben und ähnliche Sonderstandorte in die Untersuchung 1995 miteinbezogen, reduziert sich die Anzahl nicht wiedergefundener Arten auf 7. Andererseits wurden 37 Arten neu gefunden; neben Allerweltsarten unter anderen auch

Bromus racemosus, *Caltha palustris* und *Achillea ptarmica*. 1995 neu im Gebiet sind Flächen, die als Mähweide genutzt werden. Aufforstungen haben weiter zugenommen.

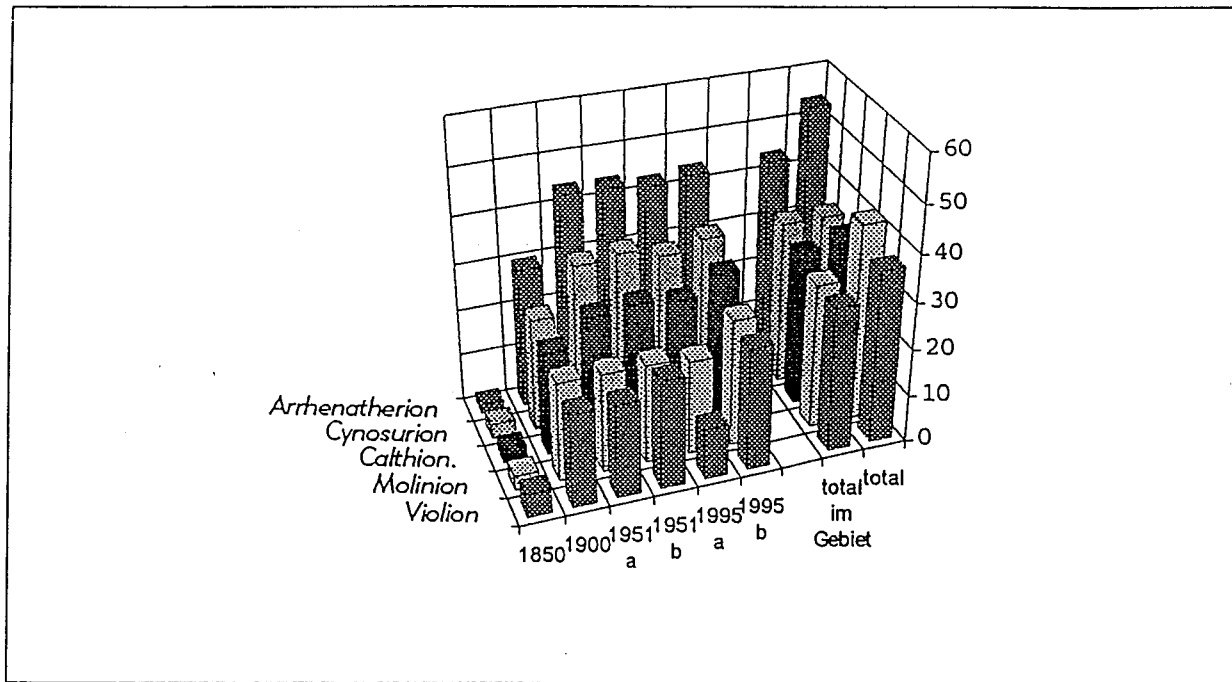


Schaubild 1: Zugehörigkeit der gefundenen Arten zu »charakteristischen Artengruppen« 1790 - 1995. (1850: Beinhaltet alle Arten, die in den Quellen zwischen 1790 und 1852 genannt werden; 1900: dito für die Quellen von 1887 bis 1929; 1951a bezeichnet alle Aufnahmen, die 1995 nochmals wiederholt werden konnten (1995a); 1951b bezieht sich auf alle verwendeten Aufnahmen aus den fünfziger Jahren. 1995b schließt auch die Aufnahmen von Rainen und Bestandesrändern ein; »total im Gebiet« faßt alle Arten der »charakteristische Artengruppen«, die je im Gebiet gefunden wurden zusammen, »total« gibt die aus OBERDORFER 1993 abgeleitete Anzahl an Arten der »charakteristische Artengruppen« an.)

In Schaubild 1 wird versucht, einen zusammenfassenden Eindruck von der Entwicklung der Grünlandbestände im besprochenen Zeitraum zu geben. Dazu wurden »charakteristische Artengruppen« gebildet. Eine Art gehört zu einer »charakteristischen Artengruppe« eines Verbandes, wenn sie - über alle Einheiten dieses Verbandes betrachtet - nach den Sammel tabellen von OBERDORFER (1993) - eine Stetigkeit von mindestens 25 % besitzt. Das Fehlen von Vegetationsaufnahmen vor 1951 fällt durch entsprechend niedrigen Werten ins Auge. Bemerkenswert ist, daß das *Violion* im Gegensatz zum *Arrhenatherion* schon gegen 1900 gut vertreten ist. Dies soll hier mit der ehemals großen Bedeutung von Heiden und einmähdigen Magerwiesen gedeutet werden. Für das Jahr 1995 ist der Unterschied zwischen den Wiederholungen der Aufnahmen von 1951 (1995a) und allen Aufnahmen (1995b), die auch Raine und Bestandesränder einschließen eindrucksvoll. Bei allen Verbänden wurden bei 1995b mehr charakteristische Arten gefunden. Besonders stark fällt das beim Verband *Violion* auf. Hier wurden 1995 an Sonderstandorten die charakteristischen Arten *Danthonia decumbens*, *Linum catharticum*, *Genista sagittalis*, *Ononis repens* und andere gefunden.

Resumé

Drei Aspekte scheinen aus der oben geschilderten Entwicklung besonders hervorhebenswert zu sein. Dies betrifft zum einen die Wiesen im Sandsteinkeuper. Bis Ende des 19. Jh. waren dort ausschließlich einschürige Magerwiesen zu finden, ab Mitte des 20. Jh. mehrschnittige Fettwiesenbestände. ELLENBERG (1978) und KLAPP (1965) geben Entwicklungsfolgen an, bei denen aus *Nardeten* durch intensivere Nutzung und Düngung montane Glatthaferwiesen entstehen.

Zumindest für das Untersuchungsgebiet scheint ein solches Modell nicht zu greifen, da es keine Wiesen mehr auf ehemaligen Magerwiesenstandorten gibt.

Ein zweiter Aspekt betrifft die Entwicklung der Wiesen im Kochertal. Nachweislich sind sie wenigstens seit Beginn des 18. Jh. aufgrund ihrer hohen Ertragsleistung durch regelmäßige Überflutung mehrschürig. Nichts spricht dagegen, daß es in den Jahrhunderten davor auch so war. Der älteste Bericht über die botanische Zusammensetzung der Pflanzenbestände solcher Wiesen in der ›Umgebung‹ stammt vom Ende des letzten Jahrhunderts (BRAUNGART 1889). Demnach waren solche Wiesen spätestens Ende des letzten Jahrhunderts auch schon durch Arten geprägt, die als Problempflanzen des modernen Wirtschaftsgrünlandes gelten wie *Rumex obtusifolius* oder Doldenblütler, wahrscheinlich aber schon früher.

Als letzten Aspekt sei auf die Bedeutung von Bestandesrändern und Rainen hingewiesen, die diesen zukommt, um das Grünlandpflanzeninventar einer Region zu erhalten. Im Untersuchungsgebiet konnten sich an solchen Standorten bis heute Elemente von Heiden und Magerwiesen halten, die es als Bewirtschaftungsform im Gebiet seit wenigstens einhundert Jahren nicht mehr gibt.

Literatur:

- ANONYMUS (1819): Reise ins Remsthal, den 3. und 7. May 1818. - Annalen der württembergischen Landwirthschaft 2: 1 - 24; Verlag Metzler, Stuttgart.
- BRAUNGART, R. (1898): Über den Pflanzenbestand der Heu-Wiesen im Regierungsbezirke Mittelfranken. Vierteljahresschrift des Bayerischen Landwirtschaftsrathes 3: 52 - 76, 185 - 212 & 364 - 398; Pössenbach Verlag, München.
- BÜHLER, A. (1900): Die Benützung des Bodens in Württemberg. - In: K. Statistisches Landesamt [Hrsg.]: Württembergische Jahrbücher für Statistik und Landeskunde, Jahrgang 1900: 127 - 268; Kohlhammer Verlag, Stuttgart.
- EICHLER & AL. (1905 - 27): Ergebnisse der pflanzengeographischen Durchforschung von Württemberg, Baden und Hohenzollern. - Beil. zu den Jahresheften des Vereins für Vaterländische Naturkunde Württemberg. 1 -78, 1905; 79 - 134, 1906; 135 - 218, 1907; 219 - 278, 1909; 279 - 316, 1912; 317 - 388, 1914; 389 - 454, 1926; 28 Karten.
- ELLENBERG, H. (1978): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. 2. Aufl., 982 S.; Ulmer Verlag, Stuttgart.
- GRILL (1841): Über die landwirthschaftlichen Zustände auf dem Welzheimer Walde und im Limpurgischen. - Correspondenzblatt des Königlich-Württembergischen Landwirthschaftlichen Vereins N.F. 19: 278 - 340; Stuttgart.
- KLAPP, E. (1965): Grünlandvegetation und Standort. 384 S.; Verlag Parey, Berlin.
- KOHLMEYER, M. (1953): Vergleich bodenkundlicher und vegetationskundlicher Methoden zur landwirtschaftlichen Standortsbewertung (Dissertation Göttingen).; 81 S, 6 Tab. (Manuskript).
- MOSER [Hrsg.] (1852): Beschreibung des Oberamts Gaildorf.; Verlag Müller, Stuttgart.
- OBERDORFER, E. (19931): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. 3. Aufl. Teil III: Wirtschaftswiesen und Unkrautgesellschaften. 455 S.; Fischer Verlag, Jena.
- PRESCHER, H. (1789/90): Geschichte und Beschreibung der zum fränkischen Kreise gehörigen Reichsgrafschaft Limpurg worin zugleich die ältere Kochergau-Geschichte überhaupt erläutert wird. Erster Theil (1789): XXXII+432 S, & VIII Taf.; Zweyter und letzter Theil, ... (1790): XIV+439 S., 2 Taf, 1 Kart. Verlag Erhard, Stuttgart.

Einfluß extensiver Beweidung auf Grasbestände im Böhmerwald

von

František Klimeš, Vlasta Kroupová und Josef Královec

Landwirtschaftliche Fakultät der Südböhmischen Universität České Budějovice

Das Dauergrünland gehört zu den Ökosystemen, die neben ihrer Produktionsaufgabe eine ganze Reihe von Nicht-Produktionsfunktionen erfüllen, die zum Schutz der Biodiversität, des Bodens und des Wassers in der Landschaft beitragen (RYCHNOVSKÁ et al., 1985). Die angeführten und weiteren Nicht-Produktionsfunktionen können sich jedoch nur unter Voraussetzung einer geeigneten Bewirtschaftung voll entfalten (MORACZEWSKI, 1986).

Mit Ausnahme des unmittelbaren Einflusses der Pratotechnik sind diese Zönosen ziemlich vom gesamten Naturgleichgewicht der Landschaft abhängig. Zu Störungen kann es bei einer Verletzung des Wasser- und Nahrungskreislaufes, der trophischen Ketten oder bei Erhöhung der Populationsdichte einiger Tierarten kommen. Die Risiken einer größeren Schädigung des Dauergrünlandes sind unter mitteleuropäischen Bedingungen auch dadurch gegeben, daß hier die absolute Mehrheit von Wiesen und Weiden sekundäre, d.h. Ersatzgemeinschaften bilden (MORAVEC, et al., 1994). Bei Erhaltung des artenreichen Dauergrünlandes sowie bei dessen Revitalisierung kann auch eine naturnahe Rinder- und Schafhaltung die entscheidende Rolle spielen (KROUPOVÁ et al., 1997).

Die Eingliederung des Untersuchungsgebietes in den Nationalpark Böhmerwald und in dessen Schutzzone, stellt jetzt spezifische Anforderungen an eine Harmonisierung der Artenzusammensetzung und Entfaltung der Artendiversität von Wiesen- und Weidenbeständen bei der Realisierung konservativer Bewirtschaftung. Seit 1993 beschäftigen wir uns mit dem Studium der phytozoologischen Dynamik des Dauergrünlandes unter Berücksichtigung von Möglichkeiten zur Harmonisierung der Zusammensetzung von Grasbeständen und auf die Bedingungen der Entfaltung von Artendiversität dieser Zönosen. In dieser Mitteilung werden die gewonnenen Erkenntnisse dargestellt.

Material und Methoden

Die Untersuchungen finden im Gebiet des zentralen Böhmerwaldes in einer Meereshöhe zwischen 930 und 1110 m statt. Die ökologische Charakteristik des ausgewählten Gebietes und der erforschten Gemeinschaften erfolgte von KUEERA (1995). Unsere Fläche liegt im Katastergebiet Nové Huti und die Grasbestände werden als eine modifizierte Standweide (set stocking) mit Galloway (Mutterkuhhaltung) genutzt, wobei man die Weidefläche in drei Koppeln (A, B und C) geteilt hat, die sich durch ihre Eutrophierung unterscheiden (A - eutrophe Stufe, B - mesoeutrophe Stufe und C - mesotrophe Stufe).

Ergebnisse und Diskussion

Folge der vorhergegangenen intensiven Pratotechnik war die Artenverarmung der Grünlandbestände und meist auch ihre Eutrophierung verbunden mit einem gewissen Grad der Ruderalisierung, was ein charakteristischer Prozeß auf der überwiegenden Mehrheit des Grünlandes im Interessengebiet war. Das gewählte Weidesystem zeigte beim Abbau der Folgen der alten Bewirtschaftung sehr gute Ergebnisse. Während der ersten vier Jahre kam es auf den drei Lokalitäten zu einer günstigen Entwicklung der Artendiversität von Weidebeständen von 12 bis 22 auf 24 bis 29 (Tabelle 1). Die Entwicklung der Artenverschiedenheit des Dauergrünlandes steht im Einklang mit den Tendenzen, zu denen es nach der Weglassung der Düngung im Allgemeinen kommt (MORACZEWSKI, 1986, KRÁLOVEC und PRACH, 1997). Es zeigte sich, daß die größte Artenvielfalt auf der höchsten trophischen Ausgangsstufe entstand.

Tabelle 1: **ÄNDERUNGEN DER ARTENDIVERSITÄT**
Anzahl der Arten höherer Pflanzen in den Weidebeständen, Nové Hutí

Lokalität	1993	1994	1995	1996
A	12	17	22	24
B	19	26	25	28
C	22	28	31	29

Parallel mit dieser Entwicklung ist es zu einer Verschiebung typologischer Struktur der verfolgten Grasbestände gekommen, was am Beispiel der Lokalität A gezeigt wird (Tabelle 2). Neben den ökologisch positiven Änderungen entstehen dabei aber auch bestimmte Risiken. Es handelt sich vor allem um ein zeitweiliges Auftreten des Queckenstadiums (Bestandstyp *Agropyretum*), was unter den gegebenen Bedingungen mit möglicher Zerstörungen der Grasnarbe durch Schwarzwild (*Sus scrofa* L.) verbunden ist, für das die „fleischige“ Rhizome von *Agropyron repens* (auch *Aegopodium podagraria*) in diesem Gebiet ein Sachariden-Nahrungsangebot darstellt. Die beobachteten Flächen wurden durch Zerwühlen zu 10 bis 60 % beschädigt. Die Wühltiefe erreichte bis 30 cm, im Schnitt jedoch (in fast 90 % der Fälle) 7 bis 15 cm. Der Umfang der Beschädigung stand im direkten Verhältnis zum Flächenvorkommen der angegebenen Arten. Eine Verminderung oder Verhinderung dieser Schäden ist problematisch und zu dem sehr kostspielig. Die beschädigten Rasenflächen können durch Abweiden mit geeigneten Rinderrassen genutzt werden und nachfolgend mit passender Landtechnik planiert. Die Risiken der Zerstörung des Rasenbodens durch Wildschweine kann man eigentlich nur durch Regulierung des Schwarzwildbestandes auf eine für das gegebene Gebiet optimale Höhe unterbinden (KLIMEŠ et al., 1996).

Tabelle 2: **PHYTOZÖNOLOGISCHE DYNAMIK DER GRASBESTÄNDE**
nach Beedigung der Düngung, Nové Hutí, Lokalität A

Jahr	Bestandstyp
1993	Dactylideto - Festucetum pratense mit hohem Ruderalisationsgrad
1994	Dactylideto - Festucetum pratense mit hohem Ruderalisationsgrad
1995	Agropyretum
1996	Poeto - Agropyretum

Neben den angedeuteten Risiken bringt das angeführte pratotechnische Verfahren außer der Entwicklung der gewünschten Artenvielfalt auch eine ganze Reihe ökologischer Vorteile, was sich auf Grund der phytozönologischer Artendynamik der Grasbestände in der Lokalität A nachweisen läßt (Tabelle 3). Es handelt sich insbesondere um die Entwicklung von Kleearten, vor allem des *Trifolium repens*, und weiter um eine beträchtliche Reduktion der sonst sehr hartnäckigen Unkrautart *Rumex obtusifolius*. Hier ist es notwendig den Vorteil von Rindern der Rasse Galloway besonders zu betonen, und zwar die unselektive Abweidung des Dauergrünlandes. Auf vergleichbaren, von anderen Rassen (einschließlich Hereford) abgeweideten Weideflächen des Böhmerwaldes wurde *Rumex obtusifolius* verschmäht. Seine Dominanz hatte sich entweder nicht vermindert oder stieg sogar leicht an (KLIMEŠ, 1966). Demnach ist die Wahl der Rinderrasse neben anderen Faktoren, die sich am gesamten Gleichgewicht der Umwelt beteiligen, eine wichtige Komponente, die wie im angeführten Fall auch eine gewisse Biomeliorationsrolle spielen kann.

Bei der extensiven Standweide wurden bei Kälbern Tageszuwächse von 680 g (ohne Zufütterung) erreicht, was das Wohlbefinden der Tiere nachweist. Auch die Resultate einer Untersuchung ausgewählter metabolischer Blutparameter der weidenden Tiere zeugen von einer erfolgreichen Adaptation von Galloways an die Lebensbedingungen des Böhmerwaldes. Zugleich kam es in den Grasbeständen zu einer bedeutenden Senkung des Inhaltes mancher Elemente (z.B. Ca, Mg, Na, Mn, Zn und Cu), was ein Risiko des Mangels an Mineralstoffen im Futter darstellt. Dieser Befund deutet an, daß man doch an eine bescheidene Düngung und/oder die Notwendigkeit einer Zufütterung mit einer Ergänzungs - Mineralstoffmischung denken muß.

Zusammenfassung

Zum Abbau der Eutrophierung und Ruderalisierung als Folge ehemals intensiver Bewirtschaftung, hat sich die Standweide (set stocking) mit Galloways (Mutterkuhhaltung) als sehr geeignet erwiesen. Es kam zu einer günstigen Entwicklung der Artendiversität und zu einer Verschiebung der typologischen Struktur der beobachteten Grasbestände. Es zeigten sich auch bestimmte Risiken während der sensiblen Entwicklungsstadien, wenn es zur Beschädigung der Grasnarbe durch Wildschweine kommt. Ein großer Vorteil von Gallowayrindern ist die unselektive Abweidung des Dauergrünlandes.

Anschriften der Autoren:

Doz. Dr. František Klimeš
Prof. Dr. Vlasta Kroupová
Závišín
Zemědělská fakulta JU
(Landwirtschaftliche Fakultät
der Südböhmischen Universität)
Studentská 13
CZ 370 05 ĚSKÉ BUDĚJOVICE

Dr. Josef Královec
ÚKZÚZ Grassland Research Station
P. O. Box 141
CZ 353 21 MARIÁNSKÉ LÁZNĚ

Tabelle 3: **ÄNDERUNGEN DES GRASBESTANDES**
 projektive Dominanz (in % D)
 Nové Huti, Lokalität A

Jahr	93	94	95	96
Leere Stellen	2	1	+	.
Gräser	61	67	68	54
<i>Dactylis glomerata</i>	28	20	10	11
<i>Poa pratensis</i>	.	2	+	14
<i>Festuca pratensis</i>	21	17	6	5
<i>Lolium perenne</i>	7	5	6	5
<i>Trisetum flavescens</i>	+	+	+	+
<i>Phleum pratense</i>	.	7	4	2
<i>Holcus mollis</i>	.	1	1	+
<i>Agrostis tenuis</i>	+	3	7	4
<i>Festuca rubra</i>	.	+	+	1
<i>Poa annua</i>	+	+	+	+
<i>Agropyron repens</i>	5	12	32	12
Kleeartige	4	3	5	20
<i>Trifolium repens</i>	4	3	5	2
<i>Trifolium pratense</i>	.	.	.	+
<i>Trifolium hybridum</i>	.	.	.	+
Sonstige Kräuter	33	29	27	26
<i>Achillea millefolium</i>	2	2	3	4
<i>Alchemilla vulgaris</i>	.	+	3	4
<i>Lamium album</i>	.	.	+	+
<i>Heracleum sphondylium</i>	.	.	+	+
<i>Taraxacum officinalis</i>	+	+	5	7
<i>Rumex obtusifolius</i>	29	25	15	11
<i>Ranunculus repens</i>	.	.	+	.
<i>Prunella vulgaris</i>	.	.	+	+
<i>Galeopsis tetrahit</i>	2	2	1	+
<i>Cerastium vulgare</i>	.	.	.	+

Diese Arbeit wurde mit der Finanzunterstützung der GA CR (Grant Nr. 507/95/0717) wie auch des Grantes GEF Biodiversität (Modell der Landwirtschaft im Böhmerwald) realisiert.

Literatur

- KLIMEŠ, F., 1996: Vliv různých způsobů obhospodařování travních porostů na ochranu půdy a vody (Einfluß verschiedener Bewirtschaftungsarten von Grasbeständen auf den Boden - und Wasserschutz). In: Voda v krajině. Sborník z vid.konference VÚMOP Praha- Zbraslav (im Druck).
- KLIMEŠ, F., P. HANÁK and F. SCHEINOST, 1997: Risiko einer Beschädigung des Dauergrünlandes bei Abweichung des Gleichgewichtes in der Natur. In: Lenzener Gespräche, Internationale Fachtagung - 3, Lenzen : 76-79
- KRÁLOVEC, J. and K. PRACH, 1997: Changes in botanical composition of a former intensively managed sub-montane grassland. In: Management for grassland biodiversity, Proceedings of the International Occasional Symposium EGF, Warszawa and Lomza: 139 - 142
- KROUPOVÁ, V., J.SÝKOROVÁ and K. TRÁVNÍČEK, 1997: Erhaltung der einheimischen Schafrasse „Šumavská ovce“. In: Lenzener Gespräche, Internationale Fachtagung - 3, Lenzen: 105 - 106
- KUÈERA, S., 1995: Geobotanické posouzení centrální části Národního parku Šumava (Geobotanische Beurteilung des zentralen Teiles des Nationalparkes Böhmerwald). In: Šumavská studia, Inpres České Budějovice
- MORACZEWSKI, R., 1986: Lakařstwo (Der Wiesenbau). Państwowe wydawnictwo naukowe. Warszawa.
- MORAVEC, J. et al., 1994: Fytocenologie (Phytozoölogie). Academia Praha
- RYCHNOVSKÁ, M. et al., 1985: Ekologie luèních porostů (Ökologie des Grünlandes), Academia Praha

Umwandlung von Acker in Extensivgrünland - Auswirkungen auf Ertrag, Futterqualität und Pflanzenbestand

von

Herta König und Johann B. Rieder

Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau

1. Einleitung

Aufgrund agrarpolitischer Rahmenbedingungen wird es vermehrt zu einer Umwandlung von ertragsschwachen Ackerstandorten in Grünland und einer weiteren Aufgabe der Milchviehhaltung in nicht erweiterungsfähigen Kleinbetrieben kommen. Von Natur aus benachteiligte Gebiete, die eine ungünstige Agrarstruktur aufweisen, sind insbesondere von dieser Entwicklung betroffen. In Bayern werden bis ins Jahr 2005 schätzungsweise 40% der derzeitigen Futterfläche für Milchkühe nicht mehr als solche benötigt. Werden diese Flächen nicht mehr genutzt und der natürlichen Sukzession überlassen, führt diese Entwicklung zu einer Verarmung der biologischen Vielfalt und des Artenreichtums in der Landschaft.

Das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten führt im Bereich seiner Versuchsgüterverwaltung ein Forschungsvorhaben zur Umwandlung von Acker- in Grünland und deren Auswirkungen auf den Naturhaushalt durch. Ziel dieses Forschungsprojektes ist, zu untersuchen, wie sich auf ackerbaulichen Grenz- oder Extremstandorten eine extensive Grünlandnarbe auf Dauer etablieren läßt und wie dieses Extensivgrünland über Wiederkäuer im Sinne eines Ökosystems langfristig genutzt werden kann. Bisherige Auswirkungen der Bewirtschaftungsumstellung auf den TM-Ertrag, die Futterqualität sowie den Pflanzenbestand werden hier vorgestellt.

2. Material und Methoden

Die Untersuchungen werden seit 1993 in naturräumlich verschiedenen Regionen Bayerns durchgeführt. Tabelle 1 enthält die standortkundliche Beschreibung der für diesen Beitrag ausgewählten Betriebe. Die Versuchsflächen wurden bis in den Zeitraum von 1990 bis 1993 ackerbaulich und nach der Ansaat von Dauergrünlandmischungen bis zu Versuchsbeginn ausschließlich als Wiese (ohne Düngung) genutzt. Somit standen zu Versuchsbeginn Flächen mit unterschiedlichem Aushagerungsgrad zu Verfügung. Die Bewirtschaftung erfolgt seither über die extensiven Verfahren der Mutterkuhhaltung, Ochsenmast, Kalbinnenaufzucht sowie der 1- bis 2-Schnittnutzung der Wiesen. Der maximale Viehbesatz beträgt 2 GVE/ha, eine zusätzliche mineralische Stickstoffdüngung der Flächen entfällt.

Tab. 1: Standortkundliche Charakterisierung der Versuchsbetriebe

Versuchsort	Schleißheim (S)	Karlshuld (K)	Baumannshof (B)
Landschaft	Dachauer Moos	Donaumoos	Donau-Isar-Hügelland
Höhe (mNN)	480	378	365
Ø Temp. (°C)	7.7	7.6	7.6
Ø NS (mm)	841	696	636
Bodentyp	Niedermoor	Niedermoor	Braunerde, Gley
Bodenart	aIS-asL-hIS-M	aM-M	S

Bei jeder Nutzung werden der Biomassertrag sowie die Futterqualität ermittelt. Hierzu werden auf jeweils 5 repräsentativen Teilflächen (à 10 m²) Pflanzenproben geschnitten und deren Futterqualität analysiert (Weender Futtermittelanalyse). Auf den Weiden werden zusätzlich die Weidezuwächse mithilfe von Weidekörben (2 m²) bestimmt. Veränderungen der floristischen Zusammensetzung werden anhand von Ertragsanteilsschätzungen nach KLAPP / STÄHLIN (KLAPP und STÄHLIN 1936) ermittelt, die einmal jährlich jeweils zum ersten Aufwuchs durchgeführt werden.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. TM-Ertrag

Die Angabe der TM-Erträge in Tabelle 2 erfolgt in Getreideeinheiten (GE), um Ackerkulturen und Grünlandaufwüchse miteinander vergleichen zu können. Bei den Weiden sind jeweils die mithilfe der Weidekörbe ermittelten Bruttoerträge angegeben.

Seit Beginn der Extensivierung und dem Wegfall entsprechender Düngemaßnahmen zeichnet sich auf den **Niedermoorstandorten (S, K)** unter Weidenutzung keine Abnahme der Erträge ab. Lediglich unter Schnittnutzung, bei der keine Nährstoffrücklieferung über Weidetierexkreme-
mente erfolgt, kann eine deutliche Verminderung des Ertrages festgestellt werden. Auf den **Mineralböden (B)** kommt es dagegen unter beiden Nutzungsarten zum Ertragsrückgang. Der vergleichsweise starke Ertragsabfall der Wiese ist auf die frühere Ansaat (1991) und deshalb stärkere Aushagerung der Fläche im Gegensatz zu den Weiden (Ansaat 1993) zurückzuführen.

Tab. 2: TM-Erträge in Getreideeinheiten (dt/ha) bei ehemaliger Ackernutzung und bei heutiger, extensiver Grünlandbewirtschaftung

Fläche	n*	vor 1993 (Acker)	1993 (Grünland)	1994 (Grünland)	1995 (Grünland)	1996 (Grünland)
S-Weide	5	-	30.0 (16.9)**	38.9 (17.7)	30.6 (16.9)	46.9 (2.1)
S-Wiese	1	-	26.8	30.4	19.6	12.4
K-Weide	4	56	37.6 (2.0)	65.1 (9.3)	68.5 (7.7)	65.9 (18.0)
B-Weide	3	50	-	54.2 (6.5)	42.3 (7.4)	29.7 (6.1)
B-Wiese	1	52	28.8	18.4	16.4	17.6

* = Anzahl beprobter Flächen ** = Standardabweichung

3.2. Futterqualität

Tab.3: Rohproteingehalte (% TM) und Energiedichte (MJ (NEL)/kg TM) im ersten Aufwuchs

Jahr	Fläche	Rohprotein	Energiedichte	Fläche	Rohprotein	Energiedichte
		in % TM	in MJ(NEL)/kg TM		in % TM	in MJ(NEL)/kg TM
		1. Aufwuchs	1. Aufwuchs			1. Aufwuchs
1993	S-Weide	14.0	5.1	S-Wiese	5.5	3.8
1994		12.9	5.8		11.6	3.9
1995		17.4	5.9		8.1	4.7
1993	K-Weide	17.8	6.5	B-Wiese	10.7	5.0
1994		15.3	5.3		10.1	4.7
1995		17.4	5.9		6.8	3.9
1993	B-Weide	10.4	6.2	B-Wiese	10.7	5.0
1994		10.4	6.2		10.1	4.7
1995		18.0	6.7		6.8	3.9

Die Futterqualität wird in Tabelle 3 anhand der Parameter Rohproteingehalt und Energiedichte der Pflanzensubstanz beschrieben.

Bei den praxisüblich früh genutzten **Weiden** werden gute bis sehr gute Futterqualitäten mit Rohproteingehalten von 10-18 % und mit Energiedichten von 5.1-6.7 MJ (NEL) pro kg TM erzielt. Dagegen wird die Futterqualität der **Wiesen** bei späterem ersten Schnitt (B: 1.-15. Juni, S: 24.Juni - 1. Juli) deutlich beeinträchtigt. Bei einer Verminderung der Rohproteingehalte bis 6 % und der Energiedichten bis 3.8 MJ (NEL)/kg TM wird hier teilweise die Grenze der tierischen Verwertbarkeit erreicht. Wird die mit sinkender Futterqualität ebenfalls abnehmende Futteraufnahme berücksichtigt (HODGSON 1990), so kann mit Futter einer Energiekonzentration von 4 MJ (NEL)/kg TM und einem Heuverzehr von 9 kg TM/Tag gerade der Erhaltungsbedarf einer Milchkuh (36 MJ (NEL)/kg TM) gedeckt werden (RIEDER 1988)

3.3. Pflanzenbestand

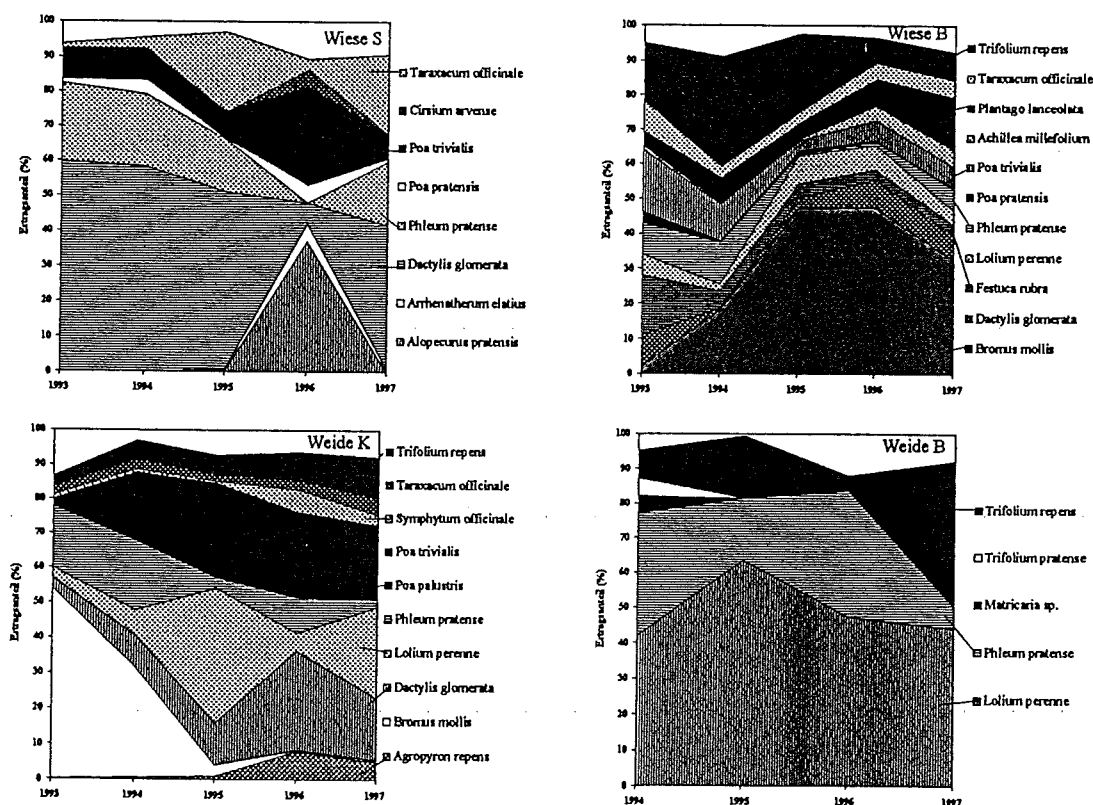


Abb. 1: Hauptbestandsbildner 2-schüriger Wiesen und extensiver Weiden (< 2 GVE/ha)

In Abbildung 1 sind jeweils die Arten eines Bestandes, die wenigstens in einem der fünf Beobachtungsjahre einen Ertragsanteil von 5 % erreicht hatten, dargestellt.

Bei **Wiese S** handelt es sich um einen obergrasreichen (*Phleum pratense*, *Dactylis glomerata*) und lückigen Bestand, in dem keine Leguminosen etabliert werden konnten. Neben den ungünstigen Lichtverhältnissen im Bestand wirkt sich der geringe Kaliumgehalt von 0.83 % in der Pflanzensubstanz (K-Mangelversorgung) negativ auf die Ausbreitung von *Trifolium repens* aus, da dieser ein schlechtes Aneignungsvermögen für Kalium aufweist (KLAPP 1971). Während bis 1995 die Arten der Mischung dominierend waren, kommt ab 1996 die Wirkung des Standortes auf den Pflanzenbestand zum Tragen (s. Ausbreitung von *Alopecurus pratensis*). In **Wiese B** ist eine starke Ausbreitung von *Bromus mollis* festzustellen. Die Weiche Trespe kann in Wiesen mit spätem ersten Schnitt zum Problemgras werden, da sich das Obergras durch frühe Samenbildung massenhaft ausbreitet und zur Verdrängung lichtbedürftiger Arten (z.B. *Trifolium repens*) führt. Außerdem wird *Bromus mollis* wegen der

samtartigen Behaarung vom Rind weder in frischem noch in getrocknetem Zustand gern gefressen und ist deshalb fütterwirtschaftlich ungünstig zu bewerten. Die verringerte Energiedichte im ersten Aufwuchs (s.o.) ist auf die starke Ausbreitung der Weichen Trespe zurückzuführen. In einer Vielzahl von Publikationen wird ebenfalls die vermehrte Ausbreitung von Obergräsern in spät geschnittenen Wiesen beschrieben (DAHMEN 1990, HAND 1991, KÜHBAUCH ET AL. 1994). In **Weide K** konnten anfänglich hohe Ertragsanteile von *Bromus mollis* durch die frühe Beweidung schrittweise zurückgedrängt werden. Neben den Arten der Ansaatmischung treten im Bestand K zunehmend standorttypische Feuchtezeiger (*Symphytum officinale*, *Poa palustris*) auf. In **Weide B** ist neben konstant hohen Anteilen von *Lolium perenne* eine starke Ausbreitung von *Trifolium repens* zu beobachten. *Trifolium pratense* dagegen wird durch die Beweidung zurückgedrängt.

Trotz der Extensivierungsmaßnahmen ist seit Versuchsbeginn keine drastische Veränderung / Erhöhung der **Artenanzahl** (+/- 20 Arten) der einzelnen Flächen zu erkennen (s. auch BRIEMLE ET AL. 1990). Wenn im Boden kein entsprechendes Samenpotential aus früheren, extensiveren Grünlandepochen vorhanden ist, kann in absehbarer Zeit nicht mit einer Zunahme der Artenzahl gerechnet werden.

4. Zusammenfassung

Aus einem seit 1993 laufendem Forschungsprojekt zur Grünlandextensivierung werden erste Auswirkungen der Umwandlung von Acker in Extensivgrünland auf den TM-Ertrag, die Futterqualität und den Pflanzenbestand vorgestellt. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

◆ TM-Ertrag:	Weiden (Niedermoor):	kaum verändert
	Weiden (Mineralboden), Wiesen:	verringert
◆ Futterqualität	Weiden:	unverändert gut bis sehr gut
	Wiesen:	verringert
◆ Pflanzenbestände:	Weiden:	(unter-) grasreich, krautreich
	Wiesen:	(ober-) grasreich, krautarm
	Artenzahl:	unverändert (Ø 20 Arten)

5. Literatur

- BRIEMLE, G., W. FREI und U. SCHICK, 1990: Umwandlung von Acker- in Extensivgrünland. *Landschaft + Stadt*, 22, 2, 68-72
- DAHMEN, P., 1990: Auswirkungen der Extensivierung von Grünland auf Massenbildung, Futterqualität und Arteninventar. Diss. Bonn
- HAND, K.-D., 1991: Mittelfristige Auswirkungen einer extensiven Grünlandbewirtschaftung auf Ertrags- und Futterqualitätsparameter sowie den Pflanzenbestand. Diss. Kiel
- HODGSEN, J., 1990: *Grazing management*. Longman Scientific & Technical, New York, 65-87
- KLAPP, E. und A. STÄHLIN, 1936: *Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistungen des Grünlandes*. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart
- KLAPP, E., 1971: *Wiesen und Weiden*. 4. Aufl., Parey Verlag Berlin
- RIEDER, J.B., 1988: *Ertrag und Qualität extensiv genutzter Wiesen*. Schule und Beratung, Sonderdruck
- KÜHBAUCH, W., G. VERCH und F. BACH, 1994: Veränderung der Vegetation von intensiv bewirtschaftetem Grünland nach der Umstellung auf extensive Wiesennutzung. *Das Wirtschaftseigene Futter*, 40, 1, 101-110

Einsatz von Filtrationskieselgur auf Grünland

Hans-Georg Kunz

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt Aulendorf

1. Einleitung

Kieselgur enthält nach dem notwendigen Ausglühen im wesentlichen Silikate (76,3 - 91 %) und darüberhinaus kleinere Anteile von Aluminium- (2,6 - 7,4 % Al_2O_3), Eisen- (Fe_2O_3), Calcium- (CaO) und Magnesium- (MgO) -oxiden, wie sie als Mineralien in wasserlöslicher Form in allen natürlichen Böden zu finden sind. Bei der Aufbereitung entsteht ein pulverförmiges reines Produkt, dessen feine Partikel kleine Hohlkörper enthalten, die sowohl feste als auch flüssige Stoffe aufnehmen und festhalten können.

In Mengen von durchschnittlich 150 g/hl unfiltriertem Bier wird Kieselgur als Filtrierhilfsmittel zur Erzielung blanker Biere eingesetzt. Damit werden die natürlichen Trübstoffe des Bieres zurückgehalten. Neben den o. a. festen mineralischen Bestandteilen, die den größten Teil der Trockensubstanz einnehmen, enthält Brauerei-Kieselgur (FKG) die in Tabelle 1 angeführten Inhaltsstoffe (SCHILDBACH und RITTER, 1995).

Bei zahlreichen Untersuchungen (zusammengestellt von HODENBERG et al., 1987) über den Einfluß von kieselsäurehaltigen Produkten auf die Pflanze und den Boden kristallisierten sich zwei wesentliche Ergebnisse heraus: Zum einen eine erhöhte Kieselsäureaufnahme durch die Pflanze und zum anderen Phosphatdesorption im Boden. Darüberhinaus kann Kieselgur eine Auflockerung des Bodens bzw. eine Verbesserung des Porenvolumens, der mikrobiologischen Tätigkeit sowie der Wasser- und Nährstoffrückhaltung bewirken. Der Einfluß auf die Pflanze kann sich durch die leichte Kieselsäureaufnahme in einer verbesserten Halmfestigkeit mit erhöhter Widerstandskraft gegen Krankheiten bzw. Schädlinge positiv auf die Erträge auswirken.

Es wird davon ausgegangen, daß sich durch den Einsatz von Filtrationskieselgur (FKG) die Schwermetallgehalte im Boden nicht erhöhen (KLUGE, 1994 und 1997).

In einem Versuch auf Dauergrünland sollte deshalb der Einfluß von FKG auf Boden und Pflanze geklärt werden.

Tabelle 1: Inhaltsstoffe von Brauerei-Kieselgur (Kluge, LUFA-Augustenberg, 1997)

		Vor der Filtration (Schildbach, 1995)	Nach der Filtration (KLUGE, 1997)	
Mengen in g/hl		≈ 150	≈ 600	
Trockenmasse	(TM) %	> 98	12,0 - 55,0	Grenzwerte nach § 4 Abf.- Klär- Verordnung
Organische Substanz	% TM	0	3,7 - 35,2	
Stickstoff (N)	kg/t/TM	0	3,5 - 31,2	
Phosphor (P_2O_5)	kg/t/TM	< 0,1	0,2 - 5,1	
Kalium (K_2O)	kg/t/TM	0,1 - 0,2	0,2 - 3,1	
Magnesium (MgO)	kg/t/TM	< 0,5	0,3 - 5,8	
Spurenelemente und Schwermetalle mg/kg TM (KLUGE, 1997)				mg/kg TM
Blei (Pb)		< 1,0 - 6,0		900
Cadmium (Cd)		< 0,01 - 0,79		5
Chrom (Cr)		1,3 - 28,0		900
Kupfer (Cu)		0,8 - 18,0		800
Nickel (Ni)		0,3 - 23,0		200
Quecksilber (Hg)		< 0,01 - 0,07		8
Zink (Zn)		3,0 - 31,0		2000

2. Material und Methoden

Der Versuchsstandort liegt auf 660 m NN, die durchschnittliche Jahrestemperatur liegt bei 7.7 °C, die mittlere jährliche Niederschlagsmenge bei ca. 900 mm. Eine Untersuchung der pflanzenverfügbaren Nährstoffe im Boden bei Versuchsbeginn 1992 ergab: P₂O₅: 15 mg/100g, K₂O: 19 mg/100g, MgO: 12 mg/100g und N 2,7 mg/100g lufttrockene Feinerde.

Der Versuch wurde 1992 (innerhalb eines Projektes des Ministerium Ländlicher Raum Baden-Württemberg in Zusammenarbeit mit R. Kluge von der LUFA-Augustenberg) als Blockanlage (vierfache Wiederholung) auf einem Dauergrünland in der Nähe von Aulendorf angelegt. Die Parzellengröße betrug 25 m². Die Versuchsfläche wurde 4 mal jährlich gemäht und die Frischmasseerträge ermittelt. Untersucht wurden neben dem Trockensubstanz-, Rohprotein-, Rohfaser-, Phosphor-, Kalium-, Calcium- und Magnesiumgehalt jährlich die Bodennährstoff-, Spurenelement- und Schwermetallgehalte (LUFA-Augustenberg). Zusätzlich wurden zu jeder Nutzung Botanische Analysen (VOIGTLÄNDER u. VOSS, 1979) bzw. Ertragsanteilschätzungen nach KLAPP u. STÄHLIN vorgenommen.

2.1 Düngevarianten:

Alle Varianten (außer Var. 1) wurden zu jeder Nutzung gedüngt (Tab. 2). Die Zugabe von Filtrationskieselgur (FKG) erfolgte i. d. Regel unmittelbar mit der Gülledüngung. In Tab. 3 sind die Nährstoffgehalte der verwendeten organischen Dünger (Gülle und FKG) verzeichnet. Im Mittel der Versuchsjahre wurden 5.4 t FKG-TM/ha auf Variante 3-5 in zwei jährlichen Gaben von insgesamt 44 m³/ha (12.1 % TS) ebenso wie die zweimalige Güllegabe von 25 (Var. 2 u. 5) bzw. 12,5 m³/ha (Var. 4) mit einem Gülleverteilergerät ausgebracht.

Tabelle 2: Versuchsvarianten und Nährstoffmengen im Mittel der Jahre 1993-96

Var.-Nr.	Düngungsvariante	Gedüngte Nährstoffmengen in kg/ha/Jahr			
		N-gesamt	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
1	ohne Düngung	0	0	0	0
2	Gülle + NPK- mineralisch	251	111	350	54
3	FKG + PK-mineralisch	102	141	404	64
4	FKG + 1/2 Düngung wie Variante 2	227	76	179	31
5	FKG + Düngung wie Variante 2	353	132	354	58

Tabelle 3: Mittlere Nährstoffgehalte der eingesetzten Wirtschaftsdünger

Parameter			Rindergülle	Filtrationskieselgur (FKG)
			n = 8	n = 8
pH-Wert			7,3	5,5
Trockensubstanz	TS	%	5,4	12,1
Gesamtstickstoff	N	kg/m ³	2,52	2,27
Ammoniumstickstoff	NH ₄ ⁺	kg/m ³	1,44	0,42
Ammonium-N-Anteil	NH ₄ ⁺ -N	%	57,8	18,5
Phosphorsäure	P ₂ O ₅	kg/m ³	1,02	0,46
Kalium	K ₂ O	kg/m ³	3,00	0,09
Calcium	CaO	kg/m ³	1,30	0,68
Magnesium	MgO	kg/m ³	0,47	0,10

3. Ergebnisse

3.1 Trockenmasse- und Rohproteinträge

Sowohl hinsichtlich der Trockenmasse- als auch der Rohproteinträge bestehen zwischen den einzelnen Düngevarianten im vierjährigen Mittel deutliche Ertragsunterschiede (Tab. 4).

Variante 1 (ohne Düngung) liegt sowohl im Trockenmasse- als auch im Rohproteintrag um etwa 20 % unter dem Versuchsmittel von 137,0 bzw. 20,7 dt/ha. Variante 5 (FKG + Düng. wie Var. 2) liegt um ca. 15 % über dem Versuchsmittel. Dies ist zum einen durch den zusätzlichen Nährstoffeintrag über Filtrationskieselgur und zum anderen durch den eventuellen ertragssteigernden Effekt der sonstigen FKG-Inhaltsstoffe bedingt.

Tabelle 4: Trockenmasse- und Rohproteinträge 1993 - 1996

Var.-Nr.	Düngungsvarianten	Trockenmasse		Rohprotein	
		dt/ha	GD 5% = 5	dt/ha	GD 5% = 1
1	ohne Düngung	108,2	D ⁾	16,97	D
2	Gülle + NPK- mineralisch	141,3	B	20,89	C / B
3	FKG + PK-mineralisch	133,7	C	20,03	C
4	FKG + 1/2 Düngung wie Variante 2	145,1	B	21,60	B
5	FKG + Düngung wie Variante 2	156,7	A	23,79	A
Ø	<i>Versuchsmittel</i>	<i>137,0</i>		<i>20,66</i>	

⁾ unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei $\alpha = 0,05$

3.2 Zusammensetzung des Pflanzenbestandes

Tabelle 5 : N-Düngung (kg/ha) und Ertragsanteile der Artengruppen sowie ausgewählte Einzelarten im Mittel der Jahre 1993/94/96

Var.-Nr.	N-Zufuhr kg/ha	Gras	Kraut	Leguminosen	Lolium perenne	Lolium hybridum	Dactylis glomerata	Taraxacum officinale
1	0	35 c ⁾	38 a	27 a	8 a	5 d	11 c	33 a
2	251	59 b	33 ab	8 c	13 a	10 c	22 b	28 ab
3	102	56 b	31 abc	13 b	13 a	12 bc	20 b	27 ab
4	227	69 a	26 bc	5 cd	11 a	15 ab	29 a	20 bc
5	354	73 a	24 c	3 d	11 a	18 a	30 a	19 c

⁾ unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei $\alpha = 0,05$

Aus Tabelle 5 ist als möglicher Effekt der FKG-Düngung zu werten, daß trotz höherer N-Zufuhr (251 kg/ha) bei Variante 2 der Grasanteil niedriger sowie der Krautanteil höher lag als bei der mit FKG gedüngten Variante 4 (227 kg/ha N).

3.3 Bodennährstoff- und Schwermetallgehalte

Tabelle 6 : Standortlieferung (Entzug - Düngung kg/ha) und Bodennährstoffgehalte 1995

Variante Nr.	Stickstoff (N)		Phosphor (P ₂ O ₅)		Kalium (K ₂ O)		Magnesium (MgO)	
	Standort-Nachlief.	Boden-Gehalt	Standort-Nachlief.	Boden-Gehalt	Standort-Nachlief.	Boden-Gehalt	Standort-Nachlief.	Boden-Gehalt
1	272	1,4 b ⁾	107	15 a	288	11 c	50	9 c
2	83	1,8 ab	17	17 a	147	18 b	0	13 a
3	219	1,5 b	-15	16 a	90	23 a	-15	14 a
4	118	1,5 b	56	15 a	273	11 c	23	11 b
5	28	2,2 a	16	17 a	195	17 b	-2	13 a

⁾ unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei $\alpha = 0,05$

Die Bodennährstoffgehalte zeigen bei P₂O₅ keine signifikanten Unterschiede. Das steht im Gegensatz zu N, K₂O und MgO, die bei höherem Entzug 1995 vergleichsweise niedrigere Bodennährstoffgehalte ausweisen (Tab. 6).

Tabelle 7: Gehalte an Spurenelementen und Schwermetallen im Boden
(mg/kg lufttrockene Feinerde < 2 mm Korngröße)

Variante Nr.	Untersuchung Jahr	Blei (Pb)	Cadmium (Cd)	Chrom (Cr)	Kupfer (Cu)	Nickel (Ni)	Quecksilber (Hg)	Zink (Zn)
1-5	1992	20	0,20	45	17	25	0,07	61
1	1995	23 a	0,17 a	46 a	18 a	27 a	0,095 a	70 a
2	1995	22 a	0,18 a	48 a	18 a	27 a	0,08 b	73 a
3	1995	23 a	0,16 a	47 a	18 a	28 a	0,07 bc	71 a
4	1995	22 a	0,21 a	45 a	18 a	28 a	0,06 c	70 a
5	1995	23 a	0,17 a	46 a	18 a	29 a	0,05 d	71 a

^{a)} unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei $\alpha = 0,05$

Die Gehalte an Spurenelementen bzw. Schwermetallen im Boden unterscheiden sich zwischen den Düngevarianten nur wenig und veränderten sich auch im Vergleich zum Ausgangsgehalt (1992) nicht (Tab. 7). Beim Quecksilbergehalt scheint bei den mit FKG gedüngten Varianten eine eher geringere Konzentration vorzuliegen.

4. Zusammenfassung

Mit Filtrationskieselgur (5.4 t/TM/ha/Jahr) wurden im Mittel der 4 Jahre jährlich ca. 100 kg/ha Gesamtstickstoff gedüngt. Dies wirkte sich direkt auf den Ertrag aus (+ 15 % gegenüber Gülle und MD). Zusätzliche Ertragseffekte der sonstigen Inhaltstoffe der gedüngten FKG scheinen sich beim Vergleich der Trockenmasse- und Rohproteinträge von Variante 2 (251 kg/ha N) mit Variante 4 (227 kg/ha N) zu zeigen.

Eine Düngung mit Filtrationskieselgur kann bezüglich der Einflüsse auf Boden und Pflanze in Mengen von 5-10 t TM/ha/Jahr nach den vorliegenden Ergebnissen durchaus empfohlen werden.

Eine Gefahr der Erhöhung der Bodengehalte an Schwermetallen besteht nicht, sie ist auch bezüglich der Grenzwerte nach § 4 Abf.-Klär-Verordnung ohne Bedeutung.

5. Literatur

- HODENBERG, G. W. v., K. SULKE, H. RASP und M. GAUDCHAU, 1987:
Kieselgurentsorgung auf landwirtschaftlichen Flächen: Brauwelt, Nr. 23, S. 1064-1079
- KLUGE, R., 1994, 1997: Interne Mitteilungen der LUFA-Augustenberg:
PWAB-Projekt „Landbauliche Bioabfallverwertung“.
- SCHILDBACH, R. und W. RITTER, 1995: Brauerei-Kieselgur - Verwertung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen als Bodenhilfs-/Pflanzennährstoff. VLB Verlag Berlin.
- VOIGTLÄNDER, G. und N. VOSS, 1979: Methoden der Grünlanduntersuchung und -bewertung. Ulmer Verlag, Stuttgart S. 207.

Schätzung der Vegetationsentwicklung auf Niedermoor

von

Wolfgang Leipnitz, Werner Haberstock, Thomas Kaiser, Horst Käding und Michael Glemnitz

Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V., Müncheberg

1. Problemstellung

Artenreiche Vegetationsformen gab es in der ehemaligen DDR noch bis in die 60er Jahre. Infolge der umfassenden Graslandintensivierung in den Jahren von 1970 bis 1990 sind sie verschwunden. Nach dem Jahre 1990 ist die Landnutzung in den neuen Bundesländern von einer umweltverträglichen Bewirtschaftung gekennzeichnet. Extensive Landnutzungsformen haben wieder Bedeutung erlangt. Die Frage, wie sich die Vegetation im Laufe der Jahre entwickeln wird, ist aktuell und generell ungelöst. Deshalb ist zu klären, ob Artenvielfalt wieder herstellbar ist oder ob weitgehende Monotonie der Pflanzenbestände ein verhältnismäßig stabiler Zustand bleiben wird. Insbesondere ist zu erforschen, welche Vegetationsstrukturen im Laufe der Zeit auf einer bestimmten Fläche zu erwarten sind.

Wegen der Komplexität des Untersuchungsgegenstandes kann das Problem nur mit Hilfe eines Computermodells gelöst werden. In Zusammenarbeit mit niederländischen Wissenschaftlern aus dem DLO-Staring Zentrum Wageningen ist das dort entwickelte LEDESS-Modell (vergl. KNOL et al., 1994) im etwa 140 km² großen Oberen Rhinluch (vergl. Abb. 1) im Lande Brandenburg anzuwenden und von uns weiterzuentwickeln. Damit ist das LEDESS-Modell auf seine Übertragbarkeit auf deutsche Verhältnisse zu überprüfen. LEDESS ist die Abkürzung für Landscape Ecological Decision and Evaluation Support System.

2. Methode

Das LEDESS-Modell ist eine Anwendung des geographischen Informationssystems ARC/INFO-GRID (vergl. BAKKER, 1996). Die Anwendungsbereiche sind kontinuierliche Flächen hinsichtlich Böden und Vegetationsform. Die Datenbank besteht aus Komponenten wissensbasierter Physiotoptop- und Vegetationskarten, die auch in Tabellenform vorliegen können und vom Anwender erstellt werden müssen. Unter Berücksichtigung gewünschter Landentwicklungsmaßnahmen wird die voraussichtliche Zusammensetzung der Vegetation zunächst in Form von Vegetationstypen durch einen Expertenkreis bestimmt. Die Qualität der Ergebnisse ist abhängig von der Rastergröße der Ausgangsdaten. Die Größe der Raster wird ebenfalls von den Anwendern festgelegt.

Das LEDESS-Modell besteht im Prinzip aus vier Modulen: dem Physiotoptop- bzw. Standortmodul, Vegetationsentwicklungsmodul, Habitateignungsmodul und dem Modul zur Berechnung der Faunaausbreitung. Für unsere Arbeit haben nur die ersten beiden Module Bedeutung. Mit der Anwendung und Weiterentwicklung dieses Modells soll ein Beitrag zur Landschaftmodellierung geleistet werden. In Szenario-Rechnungen soll der Einfluß von Landnutzungsstrategien auf die Vegetationsentwicklung aufgezeigt werden. Die Tabellen zur Charakterisierung der Physiotope (im Sinne einer kleinen naturräumlichen Landschaftseinheit) wurden erstellt unter Verwendung der Moorsubstrat-, Bodentyp-, Wasserregulierbarkeits- und der Höhenkarte und mit Hilfe der logischen Verknüpfung der Wenn-dann-Regel. Die Vegetationsstruktur für die einzelnen Grids

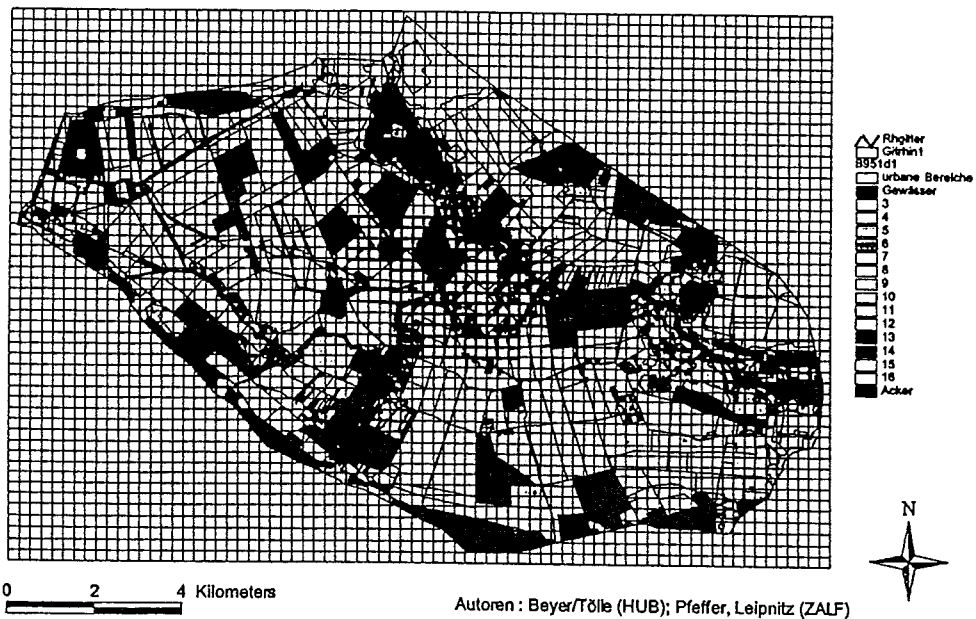


Abbildung 1 : Oberes Rhinluch mit einem Raster von 250 x 250 m²
(Modellgebiet hervorgehoben)

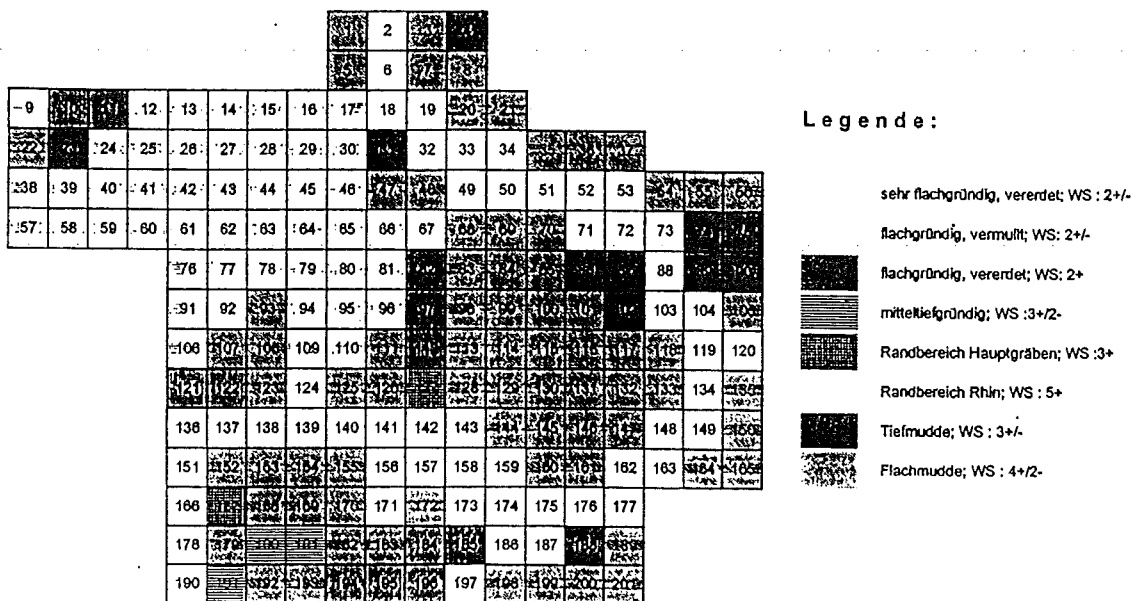


Abbildung 2 : Physiotyp Oberes Rhinluch im Jahre 1989 - Modellgebiet

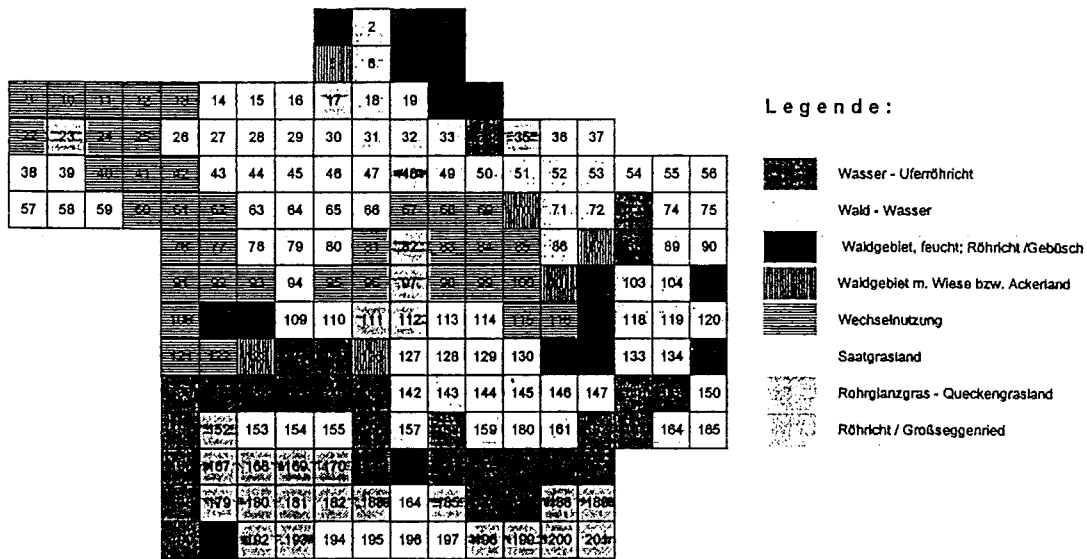


Abbildung 3 : Vegetationsentwicklung im Oberen Rhinluch im Jahre 1989 - Modellgebiet

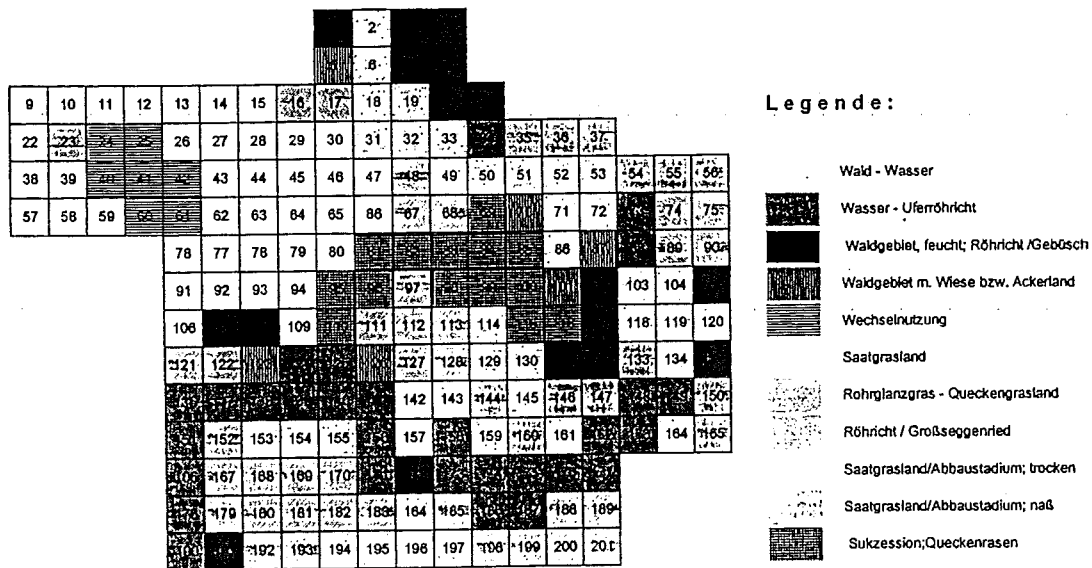


Abbildung 4 : Vegetationsentwicklung im Oberen Rhinluch im Jahre 1996 - Modellgebiet

wird aus Stichproben im Freiland und unter Nutzung der Wenn-dann-Regel tabelliert. Beide Tabellen enthalten Schlüsselzahlen für den Sachverhalt. Es ist vorgesehen, die manuelle Erstellung der Tabellen mit Rechenprogrammen zu automatisieren.

3. Ergebnisse

Erste Ergebnisse liegen für eine Fläche von 12,5 km² vor (vergl. Abb. 1). Für dieses Gebiet sind die Zustände "Boden unter Berücksichtigung der Wasserstufen" und "Vegetationsstrukturen" für die Jahre 1989 und 1996 ermittelt und verglichen worden (vergl. die Abb. 2, 3 und 4). Infolge Wasserrückhaltmaßnahmen nach 1989 sind knapp 10 % der Fläche vom feuchten in den sehr feuchten bzw. wechsellassen Zustand überführt worden, was eine Veränderung der Vegetationsstruktur zur Folge hatte (Abb. 4). Die Raster- bzw. Gridgröße beträgt 250 x 250 m².

4. Ausblick

Die Anwendung des LEDESS-Modells gab Aufschluß über seine Arbeitsweise und ließ erste Ansätze für eine algorithmische Erweiterung erkennen. Das Modell eignet sich zur Schätzung und Visualisierung von Vegetationsentwicklungen bei veränderten Standort- und Nutzungsbedingungen. Am Beispiel des Oberen Rhinluches wird die Vegetationsentwicklung nach extensiver Bewirtschaftung abgebildet. In einer Weiterentwicklung des Modells soll neben einer algorithmischen Erweiterung für Sukzessionsverläufe der Einfluß unterschiedlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen (Mahd, Weide, Düngung, Brache) auf die Vegetationsentwicklung dargestellt werden.

5. Literatur

- KNOL, W., J. ROOS-KLEIN LANKHORST, M. KAAGMAN, J. G. M. RADEMAKERS und H. P. WOLFERT, 1994: Toekomst voor de natuur in de Gelderse Poort; Ecologische evaluatie van de Gelderse Poort in Duitsland en Nederland. Wageningen, DLO-Staring Centrum, rapport 298.4
- BAKKER, J., W. B. HARMS, W. C. KNOL, J. ROOS-KLEIN LANKHORST and P. VERWEY, 1996: GIS Application Manuel : Landscape Ecological Decision and Evaluation Support System. The Winand Staring Centre, Wageningen

Methodische Aspekte zur N₂-Fixierung von Acker-Klee-gras-Systemen

von

Ralf Loges, Alois Kornher und Friedhelm Taube

Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Universität Kiel

Einführung und Problemstellung

Bei gegebenen Standortverhältnissen wird die Höhe der Stickstofffixierungsleistung von Klee-grasbeständen vor allen Dingen durch die Leguminosenart (HEICHEL und HENJUM, 1991) so-wie durch Bewirtschaftungsmaßnahmen wie N-Düngung, Schnitthäufigkeit und Zusammen-setzung der Saatmischung (WACHENDORF et al., 1997) bestimmt.

Stickstofffixierungsleistungen von Klee-grasbeständen lassen sich alternativ durch verschiedene bzw. verschieden aufwendige Methoden bestimmen. In den meisten Studien werden dabei fol-gende Methoden herangezogen:

- Differenzmethode (WACHENDORF et al., 1997)
- ¹⁵N-Verdünnungsmethode (HEICHEL und HENJUM, 1991)
- ¹⁵N- (=natural-¹⁵N-abundance-) Methode (SHEARER und KOHL, 1986).

Die Berechnung der Jahresstickstofffixierungsleistung geschieht in den meisten Fällen auf Basis des erntbaren Stickstoffertrages. Der fixierte Stickstoff im nicht erntbaren Pflanzenmaterial wird dabei in der Regel vernachlässigt. Aufgrund des nahezu ausgeglichenen Stolonenauf- und -abbaues (PUZIO, unveröffentlicht) kann die Veränderung des nichterntbaren Stickstoffs bei Berechnung der N₂-Fixierung von mehrjährigen Weißklee-grasbeständen vernachlässigt werden. Anders verhält es sich jedoch bei 1 bis 2-jährigen Klee-grasbeständen des Ackerfutterbaues bzw. bei Grünlandneuansaat mit Weißklee. Hier findet parallel zur N-Ertragsbildung noch eine erhebliche Akkumulation von fixiertem Stickstoff im nicht erntbaren Pflanzenmaterial statt, die bei der Bilanzierung durch die oben genannten ertragsbasierten Methoden unberück-sichtigt bleibt. Als Methoden die fixierten Stickstoff im nicht erntbaren Pflanzenmaterial bzw. im Boden mit berücksichtigen werden häufig genannt:

- die erweiterte Differenzmethode (HARDY und HOLSTEN, 1975)
- die erweiterte $\delta^{15}\text{N}$ - (=natural-¹⁵N-abundance-) Methode (SHEARER und KOHL, 1986)

Ziel dieser Untersuchung ist ein Vergleich, auf der Basis verschieden bewirtschafteter Rot-klee/Grasbestände, zwischen den genannten ertragsbasierten Methoden und Methoden, welche die N-Akkumulation im nicht erntbaren Pflanzenmaterial bzw. im Boden mitberücksichtigen.

Material und Methoden

Der zugrundeliegende Feldversuch wurde auf dem Versuchsbetrieb Hohenschulen der Uni Kiel [östliches Hügelland; Bodenart/-typ: sL / lessivierte Braunerde aus Würmgeschiebe-lehm / 50-55 BP; Ø-Jahresniederschlag: 716 mm; Ø-Jahrestemperatur: 7,8 °C] in den Jahren 1994-96 im Rahmen des SFB 192 ohne zusätzliche N-Düngung mit folgenden Faktoren durchgeführt:

1. Saatmischungsverhältnis:

100 % Rotklee 'Maro', 4n, (RK):	12 kg/ha
67 % Rotklee + 33 % Gras:	8 kg/ha + 10 kg/ha
33 % Rotklee + 67 % Gras:	4 kg/ha + 20 kg/ha
100 % Gras:	30 kg/ha (als Referenzfrucht)

2. Begleitgrasart:

- Welsches Weidelgras 'Malmi', 4n, (WW)
- Deutsches Weidelgras 'Mandat', 4n, (DW)

3. Bestandestyp (Nutzungsdauer / Ansaatzeitpunkt / Nutzungsart):

1-jähr. Brache / Ansaat August 1994 /	1995: 2 Mulchschnitte ohne Abfuhr
1. Jahr. Futterbau / Ansaat April 1995 /	1995: 3-Schnittnutzung
1. Jahr. Futterbau / Ansaat August 1994 /	1995: 4-Schnittnutzung
2. Jahr. Futterbau / Ansaat April 1994 / 1994: 3- Schnitt-	1995: 4-Schnittnutzung
2. Jahr. Futterbau / Ansaat August 1993 / 1994: 4-Schnitt-	1995: 4-Schnittnutzung

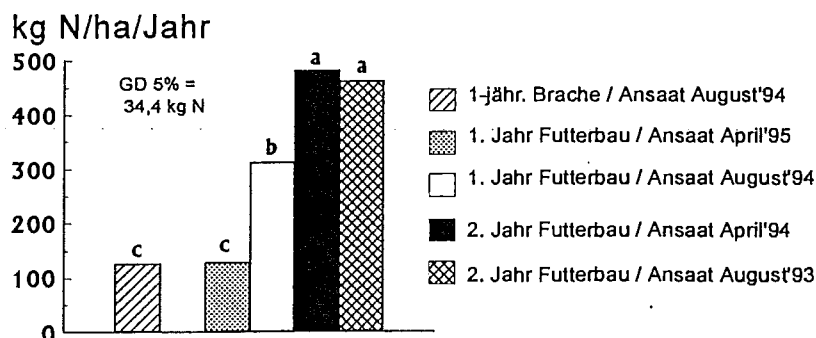
Zu den 4 Schnittzeitpunkten wurden jeweils der TM-Ertrag, und zum letzten Schnitt im Oktober zusätzlich die Menge der Ernterückstände (Mulch, Wurzeln und Stoppeln), sowie die N_{min} - und N_{org} -Gehalte des Bodens (im $CaCl_2$ -Extrakt) erhoben. Am Pflanzenmaterial wurden N-Gehalt und die natürliche ^{15}N -Anreicherung bestimmt. An aus mit ^{15}N -angereicherten Unterparzellen gewonnenem erntbaren Pflanzenmaterial wurden parallel ^{15}N -Anreicherungen ermittelt. Als Referenzfrucht für die Bestimmungen der Fixierungsleistungen diente der 100% Deutsch'-Weidelgrasbestand (DW) des jeweiligen Bestandestyps. Die Berechnung der Jahres- N_2 -Fixierungsleistung erfolgte zum einen ertragsbasiert mit: der einfachen Differenzmethode ($N_{fix(einf)} = N_{Kleegras(erntbar)} - N_{DW(erntbar)}$), der einfachen ^{15}N -Verdünnungsmethode bzw. der natural- ^{15}N -abundance-Methode. (Berechnungen siehe LEDGARD et al., 1985). Zum anderen wurden alternativ Berechnungen beruhend auf den Stickstoffmengen in der Gesamtpflanze (Sproß, Stoppel und Wurzel) unter Berücksichtigung der Unterschiede im Bodenstickstoffgehalt von Kleegras (KG) und der Referenzfrucht(DW), mit der erweiterten Differenzmethode:.

$N_{fix(erw)} = N_{KG-Ganzpflanze} - N_{DW-Ganzpflanze} + (Boden-N_{KG} - Boden-N_{DW})$ bzw. mit der erweiterten Natural- ^{15}N -Abundance-Methode: $N_{fix(\delta-15N-erw)} = N_{fix(\delta-15N-einf)} + (Boden-N_{KG} - Boden-N_{DW})$ durchgeführt.

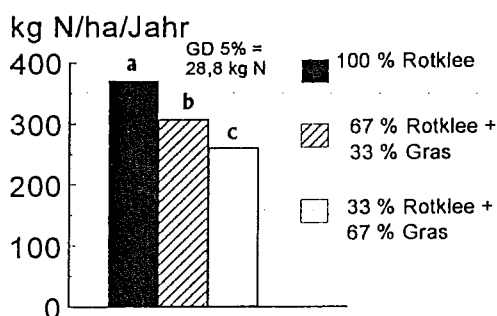
Ergebnisse und Diskussion

In Abb. 1 ist der Einfluß von Bestandestyp, Kleeanteil in der Saatmischung und der Begleitgrasart auf die Höhe der N-Fixierungsleistung (1995), ermittelt mit der erweiterten Differenzmethode, dargestellt. Betrachtet man zunächst den Einfluß des Bestandestyps, so stellt man

Bestandestyp (Nutzungsart bzw. Bestandesalter)



Kleeanteil der Saatmischung



Begleitgras

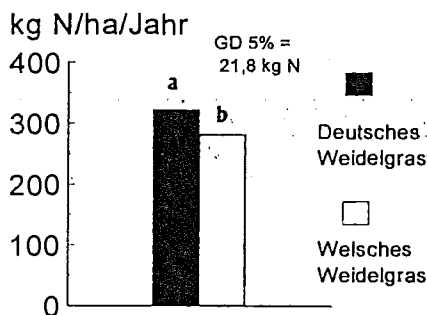


Abb.1 Einfluß von Bestandestyp, Kleeanteil der Saatmischung und Begleitgras auf die Höhe der N-Fixierungsleistung (1995) bestimmt mit der erw. Differenzmethode (als Mittel der jeweils anderen Versuchsfaktoren)

fest, das zunehmendes Bestandesalter bei schnittgenutzten Rotklee-Grasbeständen zu steigenden N_2 -Fixierungsleistungen führt. Über Schnittnutzung werden im Vergleich zum 2-maligen Mulchen der gleichalten Brachebestände höhere N_2 -Fixierungsleistungen erreicht. Über höhere Kleeanteile in der Saatmischung werden größere N-Mengen symbiontisch gebunden. Als Begleitgras führt das Welsche Weidelgras zu geringerer N_2 -Akkumulation als das Deutsche Weidelgras. Als Ursache für die Beeinflussung der Höhe der N_2 -Fixierungsleistung durch die be-

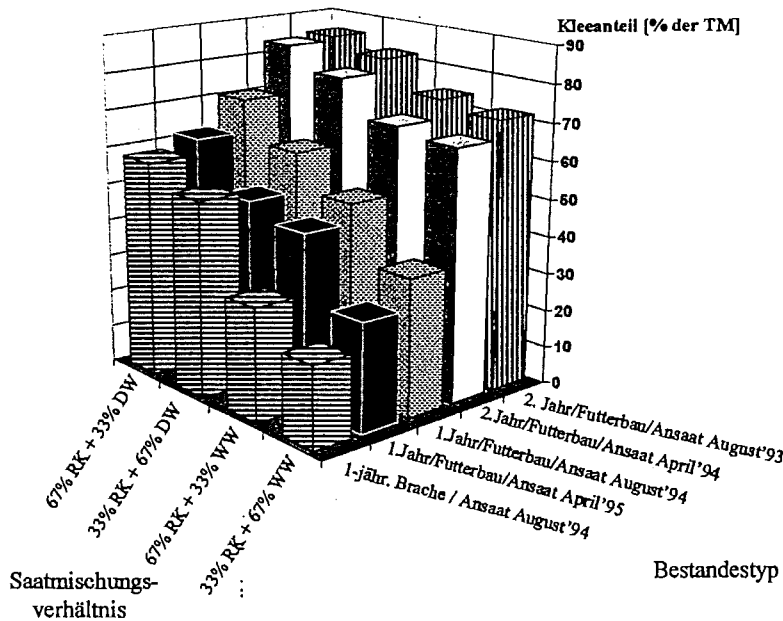


Abb. 2: Kleeanteile im Jahrestrockenmasseertrag der Klee-Grasgemenge (1995) in Abhängigkeit von Saatmischungsverhältnis und Bestandestyp

trachteten Versuchsfaktoren ist deren Einfluß auf die Kleeanteile am Jahrestrockenmasseertrag der einzelnen Bestände (Abb. 2) zu sehen. Die mit steigendem Bestandesalter steigenden Fixierungsleistungen lassen sich durch höhere Kleeanteile in älteren Beständen erklären. Die durch die Saatmischung (Kleeanteil/Begleitgrasart) hervorgerufene Variation des Klee-Ertragsanteiles verringert sich zwar mit zunehmenden Bestandesalter, führt jedoch im Mittel der Bestandestypen zu den beobachteten unterschiedlichen Fixierungsleistungen.

In den Abbildungen 3 und 4 sind die am gleichen Pflanzenmaterial mit der einfachen Differenzmethode bestimmten N_2 -Fixierungsleistungen den mit ^{15}N -basierten Methoden erhobenen Werten vergleichend gegenübergestellt. Gerade bei schnittgenutzten Beständen zeigt sich eine gute Übereinstimmung zwischen Differenzmethode und der ^{15}N -Verdünnungsmethode (Abb.3) Im Mittel liegen die Ergebnisse der Differenzmethode um ca. 17 kg N/ha/Jahr über denen der

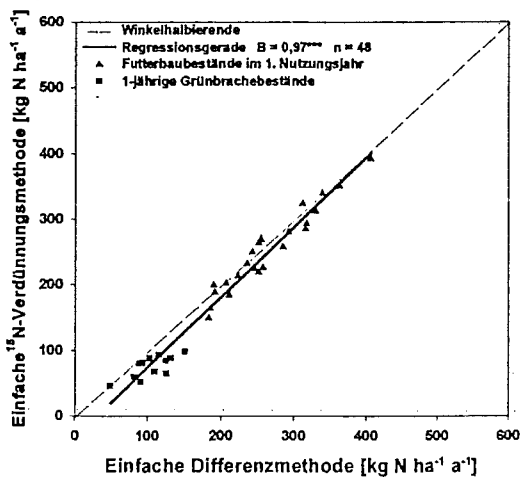


Abb. 3: Methodenvergleich :
Einfache Differenzmethode -
Einfache ^{15}N -Verdünnungsmethode

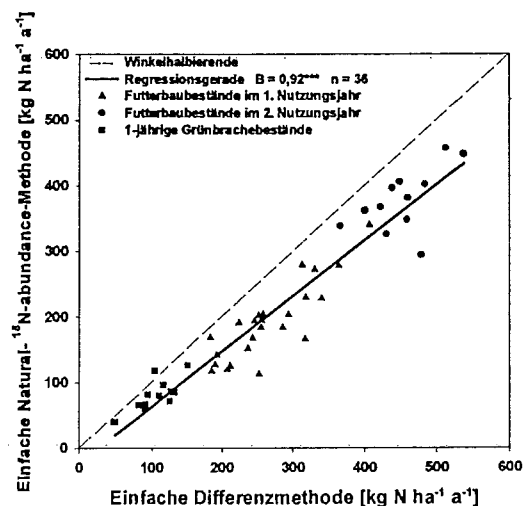


Abb. 4: Methodenvergleich :
Einfache Differenzmethode -
Einfache Natural- ^{15}N -abundance-Methode

Verdünnungsmethode. Die über die Differenzmethode berechnete jährliche Fixierungsleistung weicht im Mittel aller Varianten um 62 kg N/ha/Jahr von den mit der Natural-¹⁵N-abundance-Methode ermittelten Werte ab (Abb.4), wobei sich das Ausmaß der Abweichung mit zunehmender Fixierungsleistung vergrößert. In Abb. 5 und 6 sind die Fixierungsleistungen ermittelt mit ertragsbasierten Methoden denen vergleichbarer Methoden gegenübergestellt, die die N-Akkumulation in nicht erntbaren Pflanzenteilen sowie im Boden mit berücksichtigen. Hierbei führt die einfache Differenzmethode im Vergleich zur erweiterten Differenzmethode zu einer Unterschätzung der Fixierungsleistung um 54 kg N /ha/Jahr und die einfache Natural-¹⁵N-abundance-Methode im Vergleich zu ihrer erweiterten Form zu 36 kg Unterschätzung. Es ist festzustellen, daß die Abweichungen zwischen der jeweils einfachen und erweiterten Form mit höheren Fixierungsleistungen und damit höherem Bestandesalter (Abb. 1) bei beiden Methoden geringer werden. Dieser Sachverhalt ist auf eine verminderte jährliche N-Akkumulation im nicht erntbaren Pflanzenmaterial älterer Rotklee grasbestände zurückzuführen.

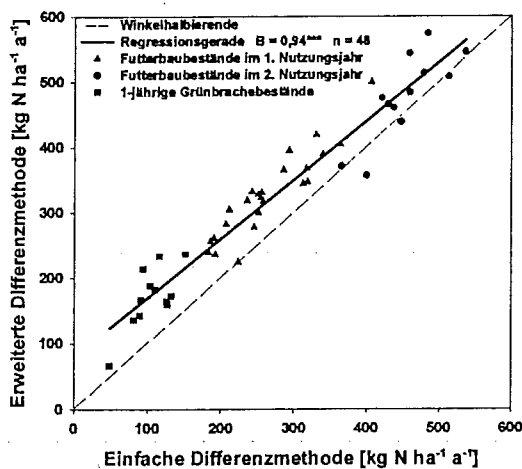


Abb. 5: Methodenvergleich :
Einfache Differenzmethode -
Erweiterte Differenzmethode -

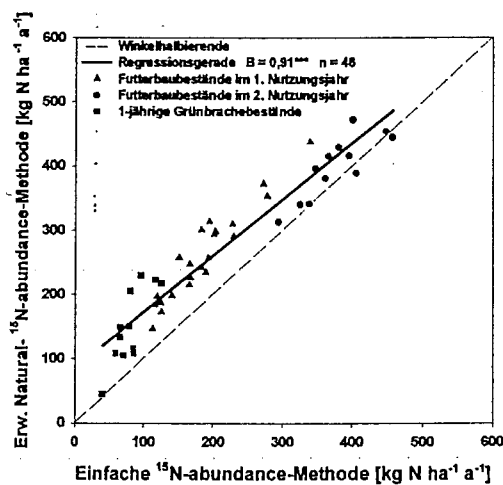


Abb. 6: Methodenvergleich :
Einfache Natural-¹⁵N-abundance-Methode -
Erweiterte Natural-¹⁵N-abundance-Methode

Schlußfolgerungen

Die Höhe der symbiontischen N₂-Fixierungsleistung läßt sich durch verschiedene Kombinationen der Faktoren Bestandestyp (Bestandesalter/Nutzungsart), Kleeanteil in der Saadmischung sowie Begleitgrasart in weiten Bereichen variieren. Bestandesalter und Nutzungsform beeinflussen die Vergleichbarkeit von Bestimmungsmethoden der N₂-Fixierung. Die Nichtberücksichtigung der N-Akkumulation im nicht erntbaren Pflanzenmaterial bzw. im Boden, führt bei der Bestimmung der N₂-Fixierung im Falle von 1 bis 2-jährigen Rotklee grasbeständen zu einer deutlichen Unterschätzung ihrer Fixierungsleistung.

Literatur

- HARDY, R. W. F. und H. D. HOLSTEN 1975: Methods for measurement of dinitrogen fixation. SectIV.: Agronomy and Ecology John Wiley and Sons, New York, 451-486.
- HEICHEL, G. H. und K. I. HENJUM 1991: Dinitrogen Fixation, Nitrogen Transfer, and Productivity of Forage Legume-Grass Communities. Crop Sci., 31, 202-208
- LEDGARD, S. F; J. R. SIMPSON, J. R. FRENEY und F. J. BERGERSEN 1985: Effect of reference plant on estimation of Nitrogen Fixation by subterranean Clover. Aust. J. Agric. Res, 36, 663-676
- SHEARER, G. and D. H. KOHL, 1986: N₂-fixation in field settings, estimations based on natural ¹⁵N abundance. Aust. J. Plant Physiol. 13, 699-756
- WACHENDORF, M., A. KORNER und F. TAUBE, 1997: Comparing studies to the productivity of Red Clover, grasses and clover-grass mixtures as affected by frequency of cutting and nitrogen fertilization. (submittet)

N₂-Fixierung und N-Transfer von Rotklee-Weidelgras-Gemengen in Abhängigkeit von der N-Nachlieferung des Bodens

von

H.-W. Lopotz und W. Werner

Agrikulturchemisches Institut der Universität Bonn

1. Einleitung

Die biologische N₂-Fixierung von Leguminosen im Gemenge mit Gräsern wird nach LEDGARD und STEELE (1992) wesentlich durch die Ausdauer und Ertragsfähigkeit der Leguminose, die Konkurrenz des Grases und den pflanzenverfügbaren Stickstoff beeinflusst. Dem Stickstoff werden in diesem Zusammenhang einerseits direkte, negative Wirkungen auf den Infektionsprozeß, die Knöllchenbildung, die Nitrogenaseaktivität und den Alterungsprozeß der Knöllchen zugeschrieben (STREETER, 1988). Andererseits verändert der pflanzenverfügbare Stickstoff die Konkurrenzsituation zwischen den Gemengepartnern.

Die vorliegende Arbeit soll daher nachfolgende Fragestellungen untersuchen:

- Inwieweit wird die biologische N₂-Fixierung von Rotklee-Weidelgras-Gemengen durch die N-Nachlieferung des Bodens beeinflusst?
- Welchen Einfluß hat die N-Nachlieferung des Bodens auf den Transfer von Leguminosen-N zum Gras des Gemenges?

2. Material und Methoden

In einem Gefäßversuch (10 kg Boden/Gefäß) mit dem Oberboden einer Parabraunerde aus Löß (N_t = 0,08%) wurde - zusätzlich zur N-Nachlieferung des Versuchsbodens (N₀) - durch die kontinuierliche Zufuhr geringer N-Mengen im zweitägigen Abstand eine unterschiedliche N-Nachlieferung über einen Versuchszeitraum von 100 Tagen simuliert. Der Versuchsansatz wurde in dieser Form gewählt, da sich bei der Verwendung von Böden mit unterschiedlichem N-Nachlieferungspotential durch die Bodenaufbereitung eine sehr hohe Mineralisation zu Versuchsbeginn einstellt, jedoch nur geringe Unterschiede in der kontinuierlichen N-Nachlieferung hätten realisiert werden können.

Alle Varianten wurden nach dem Auflaufen der Saat mit 30 mg N/Gefäß und 9,63 at% ¹⁵N excess in Form von Ammoniumsulfat abgedüngt. Die Unterschiede in der N-Nachlieferung erfolgten durch die kontinuierliche Zufuhr von Ammoniumnitrat, das abwechselnd mit dem Gießwasser appliziert bzw. direkt in den Boden injiziert wurde. Über den Versuchszeitraum wurden insgesamt 250, 500 bzw. 750 mg N/Gefäß zugeführt. Die Höhe der N-Zufuhr entsprach in der Summe dem Ein- bis Dreifachen der nach Ergebnissen aus Vorversuchen zu erwartenden N-Nachlieferung des Versuchsbodens (N₀).

Die Saat erfolgte als Horstsaat mit 38 Einzelhorsten je Gefäß. Rotklee der Sorte "Renova" und Welsches Weidelgras der Sorte "Lemtal" wurden im Verhältnis 2,8:1 (I) und 1:1 (II) angesät.

Die symbiontisch fixierte Stickstoffmenge (NFix) und der N-Transfer von symbiontisch fixiertem Stickstoff zum Weidelgras wurde für die Rotklee-Weidelgras-Gemenge mit Hilfe der Isotopenverdünnungsmethode ermittelt. Weidelgras-Reinbestände dienten als Referenzkultur. Die Bestände wurden am 60. und 100. Tag nach der Saat geschnitten. Das Pflanzenmaterial wurde nach der Ernte in Klee und Weidelgras aufgetrennt und anschließend auf Gesamt-N und at% ^{15}N analysiert (ANCA-MS, Europa Scientific).

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Einfluß der N-Nachlieferung auf die biologische N_2 -Fixierung

Zwischen dem Ansaatverhältnis der Gemenge (2,8:1 und 1:1) und der unterschiedlichen N-Nachlieferung konnten in der Summe über beide Aufwüchse für die TM-Produktion, die N-Akkumulation (NAkk) und die fixierte Stickstoffmenge (NFix) keine Wechselwirkungen nachgewiesen werden. Trotz unterschiedlicher Klee:Gras-Verhältnisse war der Einfluß des N-Angebotes auf den Rotklee der Gemenge gleich.

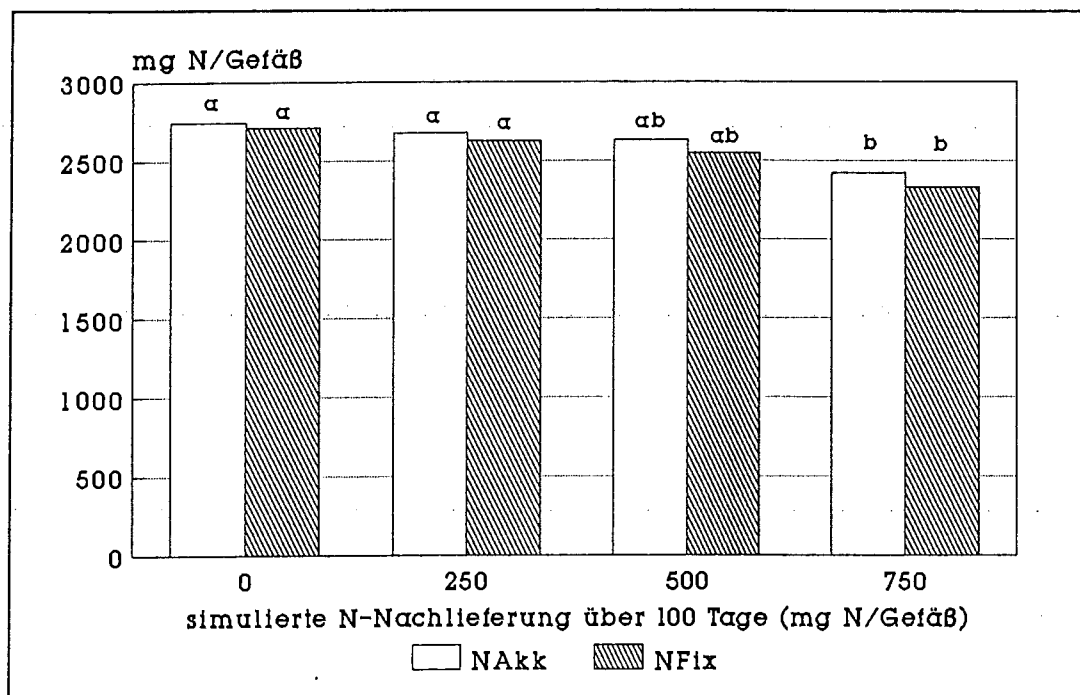


Abb.1: Einfluß der N-Nachlieferung auf die N-Akkumulation (NAkk) und die fixierte Stickstoffmenge (NFix) von Rotklee im Gemenge in der Summe über beide Aufwüchse

In der Summe über beide Aufwüchse war bei dem höchsten mineralischen N-Angebot von 750 mg N/Gefäß eine signifikant niedrigere N-Akkumulation (NAkk) und fixierte Stickstoffmenge (NFix) nachzuweisen (Abb.1). Auch der N-Gehalt des Rotklees im Gemenge war bei 500 und 750 mg N/Gefäß gegenüber der Kontrolle signifikant niedriger.

Obgleich der Rotklee in der Summe der Aufwüchse zu 66-89% an der TM-Produktion des Gemenges beteiligt war, konnten nur 7-21% der Dünger- und Bodenstickstoffaufnahme des

Gemenges im Rotklee nachgewiesen werden (Abb. 2). Das gegenüber dem Rotklee höhere N-Aneignungsvermögen des Weidelgrases verringerte den direkten Einfluß des mineralischen Stickstoffs auf die N₂-Fixierung des Rotklees im Gemenge, so daß der prozentuale Anteil der biologischen N₂-Fixierung an der N-Akkumulation des Rotklees in der Summe über beide Aufwüchse bei 95-99% lag (Abb. 1).

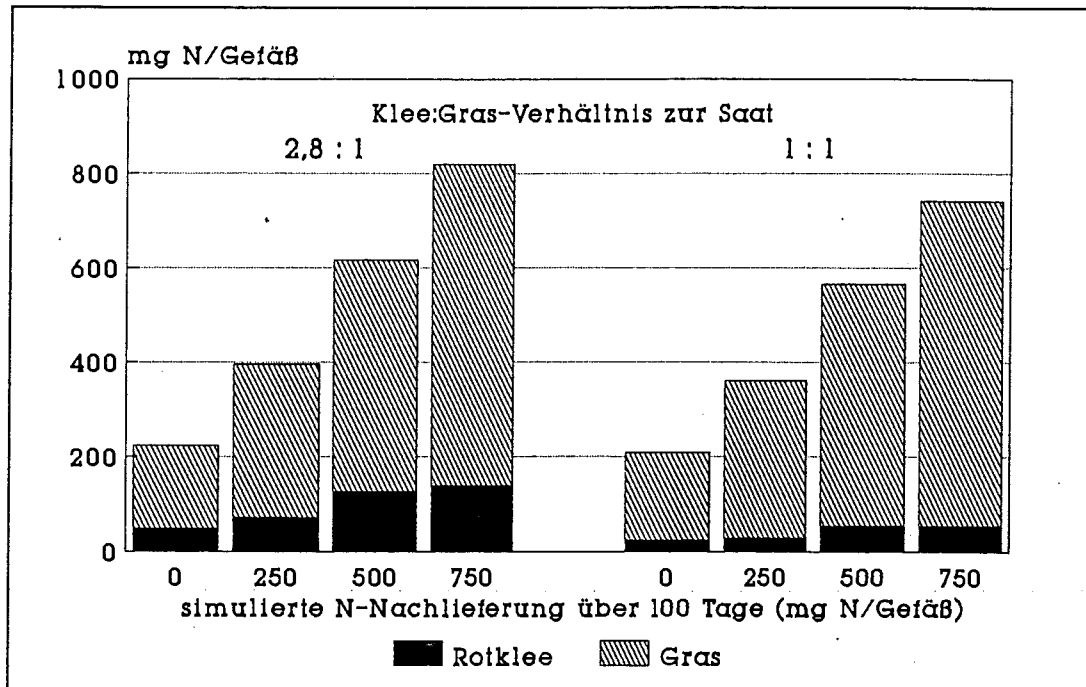


Abb.2: Einfluß der N-Nachlieferung auf die Dünger- und Bodenstickstoffaufnahme von Rotklee-Weidelgras-Gemengen in der Summe über beide Aufwüchse

Der mit zunehmendem pflanzenverfügbarem Boden-N ermittelte Rückgang der fixierten Stickstoffmenge (NFix) erklärte sich überwiegend durch die vom Weidelgras ausgehende Konkurrenz um Wachstumsfaktoren - wie Licht, Nährstoffe und Wasser - die sich in einer Verringerung des Rotklee-Ertrages widerspiegelte und auch in einer Reduktion des N-Gehaltes und der N₂-Fixierung/g TM nachzuweisen war.

3.2. Einfluß der N-Nachlieferung auf den N-Transfer

Der Transfer von symbiontisch fixiertem Stickstoff zum Gras der Klee-Gras-Gemenge konnte eindeutig erst im 2. Aufwuchs nachgewiesen werden, was die Vermutung nahelegt, daß bedeutende Transfermengen erst über die Zersetzung von Knöllchen, Wurzeln und oberirdischen Pflanzenteilen des Klees freigesetzt wurden. Beim kleebetonen Gemenge I (2,8:1) konnten im Durchschnitt ca. 22% und beim Gemenge II (1:1) ca. 12% des durch das Gras des Gemenges entzogenen Stickstoffs durch den N-Transfer erklärt werden (Abb. 3). Die mit sinkender N-Nachlieferung einhergehende Abnahme des Grasanteils - bzw. Zunahme des Kleeanteils - bedingte bei beiden Gemengen einen deutlichen Rückgang der transferierten N-Menge (mg N/Gefäß). Eine geringe Präsenz von Gräsern im Gemenge limitierte die Nutzung des potentiell transferierbaren Stickstoffs.

Die transferierte N-Menge stieg mit der N-Nachlieferung und dem Grasanteil in der Trockenmasse von 0,2 auf 3,5% der über beide Aufwüchse vom Rotklee der Gemenge fixierten Stickstoffmenge an.

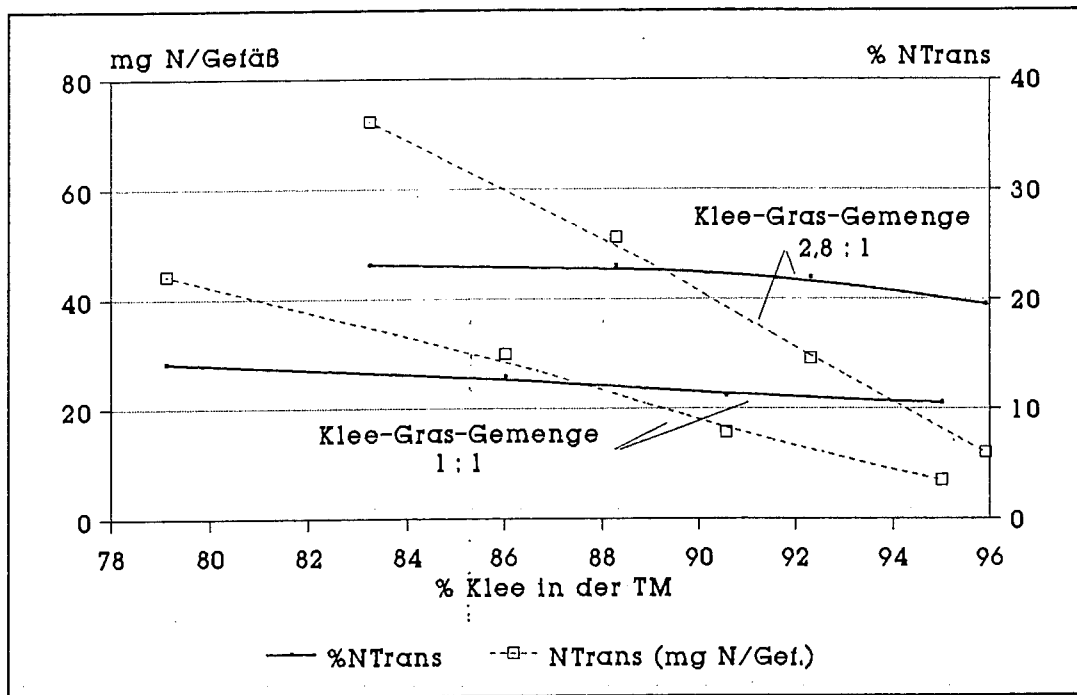


Abb.3: Beziehung zwischen dem Rotklee-Ertragsanteil an der TM-Produktion der Klee-Gras-Gemenge und dem N-Transfer (mg N/Gefäß) bzw. dem Anteil des N-Transfers am N-Entzug des Weidelgrases (%NTrans) im 2. Aufwuchs

4. Zusammenfassung

- Mit steigender N-Nachlieferung konnte eine signifikant niedrigere N-Akkumulation und N_2 -Fixierung des Rotklees (Abb. 1) sowie gesichert niedrigere Werte für den N-Gehalt und N_2 -Fixierung/g TM nachgewiesen werden.
- Der N-Entzug des Weidelgrases verringerte den direkten Einfluß des mineralischen Stickstoffs auf die N_2 -Fixierung des Rotklees (Abb. 2). Die negative Wirkung der höheren N-Nachlieferung auf die N_2 -Fixierung des Rotklees beider Gemenge konnte mithin nur durch die verstärkte Konkurrenz des Weidelgrases erklärt werden.
- Ein Transfer von symbiontisch fixiertem Stickstoff zum Weidelgras ließ sich erst im 2. Aufwuchs nachweisen. Mit sinkender N-Nachlieferung und abnehmendem Gras-Ertragsanteil wurde der N-Transfer (mg N/Gefäß) deutlich eingeschränkt (Abb. 3).
- Die transferierte N-Menge entsprach maximal 3,5% der über beide Aufwüchse vom Rotklee der Gemenge fixierten Stickstoffmenge.

5. Literatur

- LEDGARD, S.F., STEELE, K.W., 1992: Biological nitrogen fixation in mixed legume/grass pastures. - Plant and Soil, 141, 137-153
- STREETER, J., 1988: Inhibition of legume nodule formation and N_2 fixation by nitrate. - Critical reviews in Plant Sciences, 7 (1), 1-23

Veränderung der Futterqualität von extensiv genutztem Grünland in Abhängigkeit von Schnittermin und Pflanzengesellschaft

von

Alexander Malcharek und Michael Anger

Institut für Pflanzenbau, Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau, Universität Bonn

1. Einleitung

Die Bewirtschaftung ökologisch bedeutender Extensivgrünlandflächen durch Landwirte wird im Mittelgebirge Nordrhein-Westfalens über Naturschutzprogramme gefördert. Damit sind Bewirtschaftungsauflagen verbunden, die sich je nach der zu schützenden Grünlandgesellschaft richten. Besonders der vorgegebene späte Nutzungszeitpunkt wirkt sich einschneidend auf die Futterqualität aus, die das wichtigste Kriterium für die Integration dieser Aufwüchse in einen landwirtschaftlichen Betrieb darstellt.

In einer dreijährigen Studie soll für ausgewählte wichtige Extensivgrünlandbiotoptypen des Mittelgebirges die Veränderung der Futterqualität durch Zeitreihenuntersuchungen vor und nach dem vorgegebenen Nutzungszeitpunkt bewertet werden. Damit soll aufgezeigt werden, wie die Nutzungselastizität der ersten Aufwüchse von extensiv genutztem Grünland einzuschätzen ist und welche Einflußfaktoren wirken.

2. Material und Methoden

Vorgestellt werden an dieser Stelle vier, seit vielen Jahren unter Naturschutzauflagen bewirtschaftete Extensivgrünlandflächen, die in der Eifel auf einer Höhenlage zwischen 460 und 520 m über NN liegen, und programmgemäß erst ab dem 1. Juli genutzt werden. Die untersuchten Flächen lassen sich pflanzensoziologisch verschiedenen Subassoziationen des *Arrhenatheretum montanum* Oberd.51 und dem *Cirsio-Polygonetum bistortae* Tx.51 zuordnen. In den beiden vorliegenden Versuchsjahren 1995 und 1996 wurde der Primäraufwuchs jeder Fläche in einer Zeitreihe vor und nach dem vorgeschriebenen Zeitpunkt (1. Juli) beprobt. Bei jedem Beprobungstermin wurden Proben in vierfacher Wiederholung auf jeweils 1 m² geschnitten. Zur Beschreibung der Futterqualität ist die Energiedichte des Pflanzenmaterials mit Hilfe des Hohenheimer Futterwerttestes nach der Regressionsformel 13e geschätzt worden (MENKE und STEINGASS 1987). Des weiteren wurde um den 1. Juli eine Ertragsanteilschätzung nach KLAPP / STÄHLIN durchgeführt (VOIGTLÄNDER und VOSS 1979).

3. Ergebnisse und Diskussion

Die vier vorgestellten Flächen weisen eine für die untersuchten Grünlandbiotope durchaus charakteristische Pflanzenzusammensetzung mit hoher Artenzahl auf. Die frische Berg-Glatthaferwiese A mit 38 Arten kann angesichts von Ertragsanteilen für die Artengruppen Gräser, Kräuter und Leguminosen von 70-20-10 % als **gräserreich**, die gegenüber A feuchtere Berg-Glatthaferwiese B bei 39 Arten und Anteilen von 50-35-10 % hingegen als **kräuterreich** bezeichnet werden. Während die untersuchte trockene **Salbei-Glatthaferwiese** mit 39 Arten gekennzeichnet wird durch hohe Ertragsanteile an *Bromus erectus* (15 %) und *Salvia pratensis* (8 %), finden sich in der **Wiesenknöterichwiese** bei einer Artenzahl von 33 hohe Anteile an *Polygonum bistorta* (10 %) und *Achillea ptarmica* (13 %).

Auf allen vier untersuchten Extensivflächen hat die Witterung im vorausgegangenen Winter und Frühjahr einen deutlichen Einfluß auf T-Ertrag und Futterqualität des ersten Aufwuchses. Durch ungünstige Wachstumsbedingungen verzögerte sich der Vegetationsbeginn 1996, was verbunden mit geringen Wasservorräten im Boden zu physiologisch jüngeren Beständen und einer eher ungewöhnlich niedrigen Biomasseproduktion führte (vgl. Abb. 1-4). Während 1995 auf allen drei Glatthaferwiesen Mitte Juli ein Ertragsoptimum zwischen 45 und 55 dt ha⁻¹ ermittelt wurde, konnten 1996 maximal nur 35 bzw. 15 dt ha⁻¹ am Ende der Zeitreihenuntersuchung geerntet werden. Auf der Wiesenknöterichwiese werden zwischen den beiden Jahren nur geringere Unterschiede in der Biomasseproduktion festgestellt.

Auf allen Versuchsflächen lag die Energiedichte 1996 infolge der Witterung deutlich über den Werten der 1995 zum gleichem Datum geschnittenen Aufwüchse (vgl. Abb. 1-4). Auf der Salbei-Glatthaferwiese und der kräuterreichen Berg-Glatthaferwiese findet 1995 in dem Zeitraum von 7-10 Tagen vor und nach dem vorgeschriebenem Schnittzeitpunkt ein Abfall der Energiekonzentration um etwa 0,7 MJ NEL kg T⁻¹ statt. Auf deutlich höherem Niveau erstreckt sich in 1996 die gleiche Verschlechterung auf einen mindestens doppelt so langen Zeitraum. Bei der gräserreichen Glatthaferwiese und auch der Wiesenknöterichwiese sank 1995 bis in die erst Julidekade die Energiedichte innerhalb von 2-3 Wochen rasch unter 4,5 MJ NEL kg T⁻¹ ab; danach konnten nur noch ein geringer Abfall der Energiedichte oder sogar ein Anstieg festgestellt werden, der mit dem beginnenden Durchwuchs zu erklären ist. Im zweiten Versuchsjahr wird auf der gräserreichen Berg-Glatthaferwiese bei erheblich höherem Niveau ein Absinken der Energiedichte im Juni ermittelt; ähnliches ist auch auf der Wiesenknöterichwiese erkennbar, allerdings bei weiterer Verschlechterung im Juli bis auf ein dem Vorjahr vergleichbares Niveau.

Aus den hier dargestellten Ergebnissen läßt sich ableiten, daß die Nutzungselastizität nicht für alle Extensivgrünlandbiotope in gleicher Weise angenommen werden kann. Es hat sich gezeigt, daß die Höhe der Energiedichte und auch die Geschwindigkeit der Abnahme stark mit dem phänologischen Stadium der Hauptbestandbildner und dem Stengel- oder Blattanteil korreliert (KÜHBAUCH 1987, SPATZ und BAUMGARTNER 1990, ISSELSTEIN 1994). Wie auch die Befunde zusätzlicher beprobter Flächen sowie erste Ergebnisse des laufenden Versuchsjahres 1997 ausweisen, besitzen die ertragsreichen Glatthaferwiesen mit hohen Anteilen an Obergräsern bzw. Stengelmasse eine geringere Nutzungselastizität; wenn natur-schutzfachlich vertretbar sollte möglichst eine frühe Nutzung, vielleicht auch vor dem 1. Juli stattfinden. Aufgrund der geringeren Verschlechterung der Futterqualität sollte sich auf den kräuterreicheren Flächen der Schnittermin an einer verlustarmen Heutrocknung orientieren. Auf Feuchtgrünlandflächen ist neben der Veränderung der Energiedichte der Anteil an Giftpflanzen entscheidend für die Verwertung.

Literatur:

- ISSELSTEIN, J.N.P., 1994: Zum futterbaulichen Wert verbreiteter Grünlandkräuter. - Habil. Schrift, Gießen: 157 S.
- KÜHBAUCH, W., 1987: Veränderung der Qualität von Grundfutter unter dem Einfluß von Standort und Bewirtschaftung. - Kali-Briefe 18: 485-510.
- MENKE, K.H. und H. STEINGASS, 1987: Schätzung des energetischen Futterwertes aus der *in vitro* mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. 2. Regessionsgleichungen. - Übers. Tierernährg. 15: 59-94
- SPATZ, G. und A. BAUMGARTNER, 1990: Bewertung der Grünlandkräuter als Futterpflanzen. - Das Wirtschaftseigene Futter 36: 79-91.
- VOIGTLÄNDER G. und N. VOSS, 1979: Methoden der Grünlanduntersuchung und -bewertung. - Ulmer, Stuttgart: 207 S.

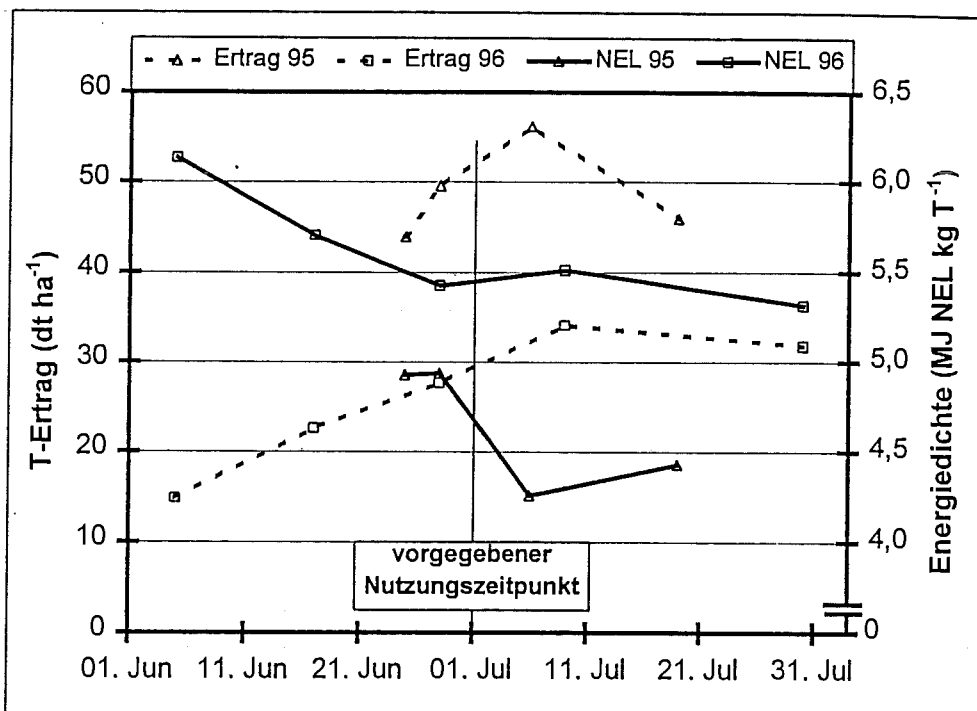


Abb. 1: Veränderung von T-Ertrag und Energiedichte des ersten Aufwuchses einer Berg-Glatthaferwiese A (gräserreich) in den Jahren 1995 und 1996

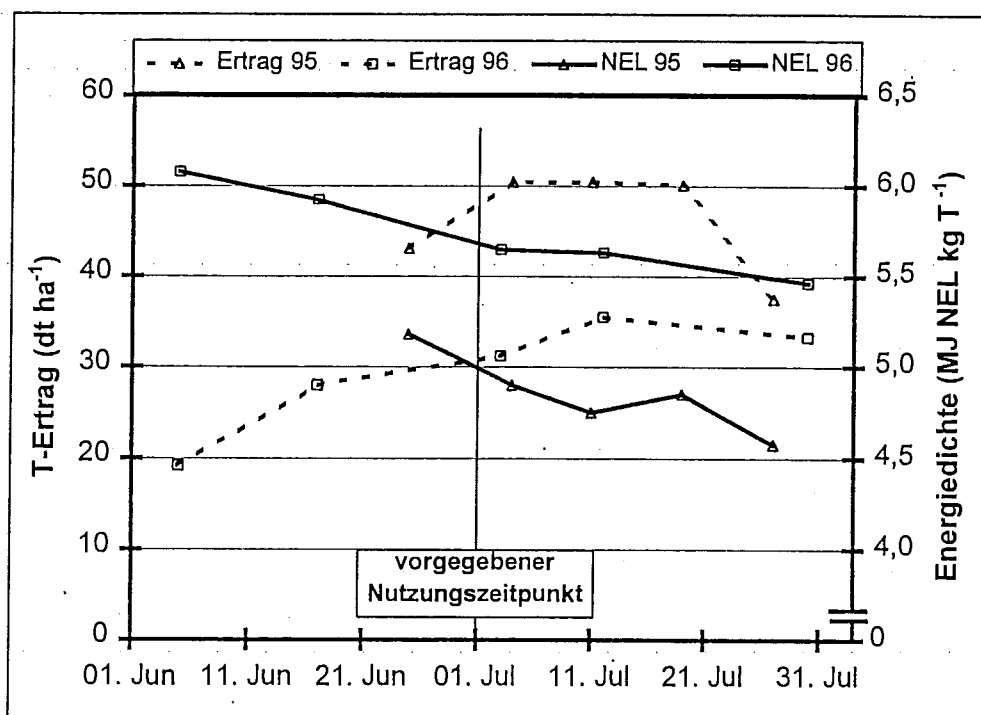


Abb. 2: Veränderung von T-Ertrag und Energiedichte des ersten Aufwuchses einer Berg-Glatthaferwiese B (kräuterreich) in den Jahren 1995 und 1996

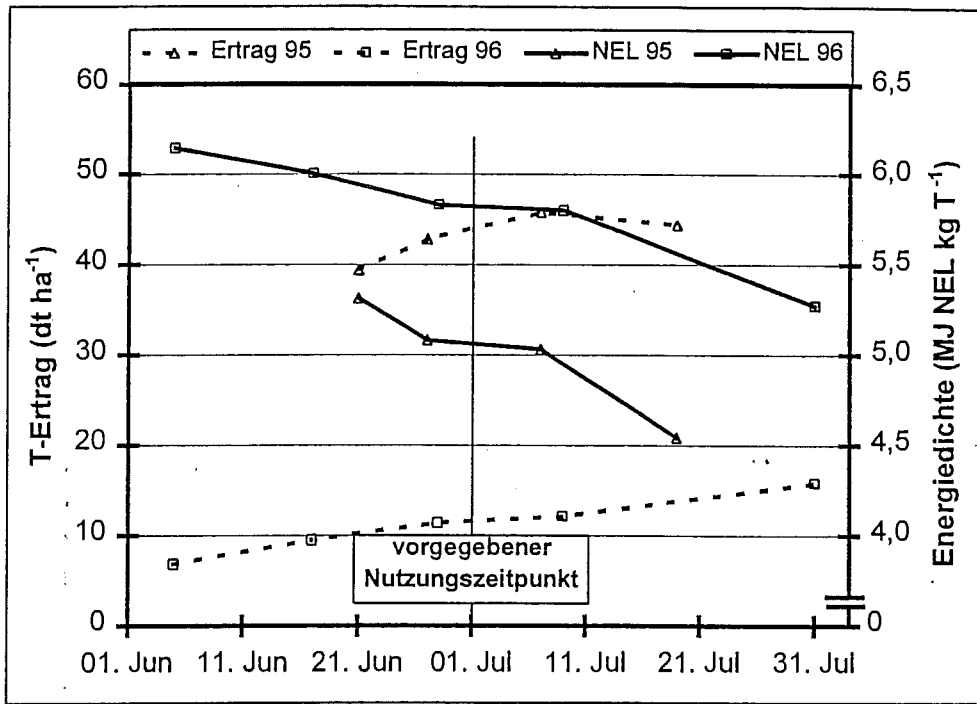


Abb. 3: Veränderung von T-Ertrag und Energiedichte des ersten Aufwuchses einer Salbei-Glatthaferwiese in den Jahren 1995 und 1996

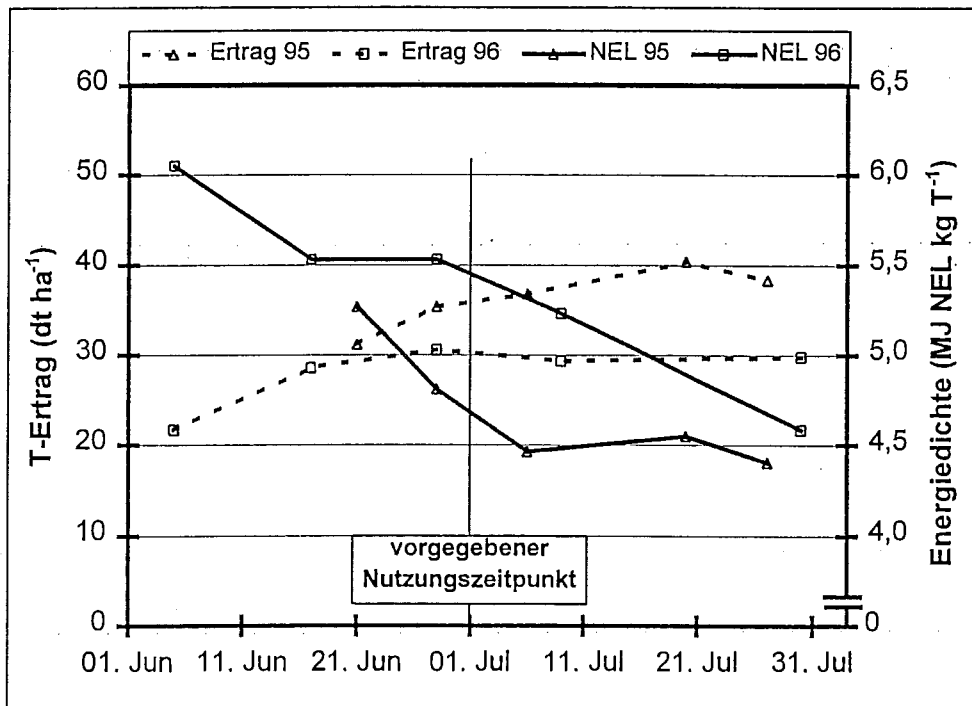


Abb. 4: Veränderung von T-Ertrag und Energiedichte des ersten Aufwuchses einer Wiesenknöterichwiese in den Jahren 1995 und 1996

Methoden zur zeitraumbezogenen Quantifizierung der biologischen Stickstoff-Fixierung von Grünland-Leguminosen

J. Neuendorff

Gesellschaft für Ressourcenschutz mbH

Einleitung

In Stickstoff-Bilanzansätzen wird auf den unterschiedlichen Aggregationsebenen regelmäßig die Stickstoff-Fixierungsleistung von Leguminosen als N-Zufuhr berücksichtigt. N-Bilanzen werden für Beratungsansätze (z.B. Düngeberatung, Umstellungsberatung von ökologisch wirtschaftenden landwirtschaftlichen Betrieben) und für Kontrollzwecke (z.B. Ermittlung der nutzungsbedingten Nitratauswaschungsgefahr in Wasserschutzgebieten, Düngeverordnung) erstellt.

Eine experimentell begründete Datengrundlage steht als Grundlage für empirisch abgeleitete Schätzfunktionen, wie sie von WEISSBACH (1995) vorgeschlagen wurden, für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland bislang nur in unzureichendem Maße zur Verfügung.

Nachfolgend sollen, aufbauend auf grundsätzlichen Ausführungen zur Stickstoff-Flächenbilanz von Leguminosen, geeignete Methoden zur zeitraumbezogenen Ermittlung der Stickstoff-Fixierungsleistung von Grünlandleguminosen im Feld dargestellt werden und ihre Eignung für die Schätzung der Stickstoff-Fixierungsleistung erörtert werden.

Stickstoff-Flächenbilanz von Grünland-Leguminosen

Die über eine bestimmte Zeitspanne insgesamt symbiotisch gebundene Stickstoff-Fixiermenge BNF_t einer Grünland-Leguminose im Gemenge mit Gräsern kann modellhaft wie folgt beschrieben werden:

$$BNF_t = \sum_{n=1}^x (BNF_{Ernte} + BNF_{Stoppel} + BNF_{Wurzel} + N_{trans})_n$$

wobei BNF_{Ernte}	symbiotisch gebundene N-Menge im Erntegut
$BNF_{Stoppel}$	symbiotisch gebundene N-Menge in der Stoppel
BNF_{Wurzel}	symbiotisch gebundene N-Menge in der Wurzel
N_{trans}	Transfer-N-Menge
n:	Meß- oder Schätzintervall

BNF_{Ernte} ergibt sich aus der N-Menge im geernteten Leguminosenmaterial und dem Anteil des symbiotisch gebundenen Stickstoffs am Gesamt-N der Leguminose (N_{dfa}), $BNF_{Stoppel}$ und BNF_{Wurzel} jeweils aus dem Produkt der positiven N-Vorratsänderung und von N_{dfa} in Stoppel bzw. Wurzel der Leguminose. N_{trans} berechnet sich aus dem Gesamt-N-Entzug einer im Gemenge mit einer Grünlandleguminose stehenden Nichtleguminose und dem Anteil des Transfer-N am Gesamt-N-Entzug dieser Pflanze (N_{dft}).

N-Menge im Erntegut sowie Stoppeln und Wurzeln von Grünland-Leguminosen

Die Trockenmasse (TM)-Erträge und die Stickstoff-Gehalte im Erntegut können im Feldversuch einfach ermittelt werden.

Die Quantifizierung der N-Vorratsänderung in Wurzel und Stoppel von Grünlandleguminosen ist dagegen mit erheblichen methodischen Schwierigkeiten verbunden.

Für den Weißklee ist jedoch beispielsweise bekannt, daß die Stolonen-TM einen erheblichen Anteil an der Gesamt-TM der Weißklee-Pflanze erreicht (FRAME & NEWBOULD, 1987) und standortabhängigen, bewirtschaftungsbedingten und saisonalen Schwankungen unterliegt (BOLLER & NÖSBERGER, 1987; WOLEDGE, 1990).

Die N-Vorratsänderung in der Stoppel kann nach Durchführung einer Trockengewichtsanalyse bei ausreichender Wiederholungszahl experimentell bestimmt werden.

Erste Ergebnisse aus einem Modellversuch mit Weidelgras-/Weißklee-Ansaaten an der Feldversuchsstation Hebenshausen der Universität - Gesamthochschule Kassel geben Hinweise darauf, daß in Weißklee-Stolonen nicht unerhebliche N-Mengen symbiotisch gebunden werden (Tab. 1).

Tab.1: Stickstoff-Fixierleistung (BNF_{Ernte} + BNF_{Stoppel}) von Weißklee zum zweiten Aufwuchs des Versuchsjahres 1991
Versuchsstandort Hebenshausen

	Stickstoff-Fixierungsleistung [kg N/ha*a]	
	0 kg N/ha*a	180 kg N/ha*a
BNF _{Ernte}	53,4	17,2
BNF _{Stoppel}	11,9	3,1

Die Gesamt-N-Menge in der Wurzelmasse von Grünlandbeständen kann mit Hilfe der Bohrkernmethode mit methodenbedingten Einschränkungen der Aussagekraft der Ergebnisse bestimmt werden. In Modellversuchen kann das von PIEPHO et al. (1996) entwickelte Verfahren eingesetzt werden, um Anhaltswerte für die Summe aus BNF_{Wurzel} und N_{trans} in der Wurzelmasse zu erhalten.

Anteil des symbiotisch gebundenen N am Gesamt-N von Grünland-Leguminosen (N_{dfa} = N derived from atmosphere)

Zur Ermittlung von N_{dfa} können die ¹⁵N-Verdünnungsmethode und die δ-¹⁵N-Methode verwendet werden. Mit der Differenzmethode ist eine Unterscheidung zwischen aufgenommenem bodenbürtigen und symbiotisch gebundenem Stickstoff nicht möglich. Ihre Verwendung führt bei Gemengen zu einer Überschätzung der symbiotisch gebundenen N-Mengen (NEUENDORFF, 1996; SCHNOTZ, 1995).

Die Voraussetzungen für die Anwendung der ¹⁵N-Verdünnungsmethode und der δ-¹⁵N-Methode sind bei NEUENDORFF (1996) beschrieben. Bei beiden Methoden ist die Verwendung mehrerer Referenzfrüchte empfehlenswert. Die δ-¹⁵N-Methode eignet sich aufgrund der Isotopendiskriminierung in den Exkrementen der Weidetiere für beweidete Flächen nicht.

Häufig wird aus vorliegenden Untersuchungsergebnissen abgeleitet, daß N_{dfa} in der Regel auf einem Niveau > 70 - 80% liegt, nur wenig schwankt und damit die Stickstoff-Fixierungsleistung in Grünlandbeständen vorwiegend vom TM-Ertrag von Grünlandleguminosen bestimmt wird.

Ndfa wird jedoch von der Pflanzenbestandszusammensetzung, den Standortbedingungen, insbesondere der bodenbürtigen N-Nachlieferung, und der Bewirtschaftung der Grünlandnarbe beeinflusst.

So zeigen Untersuchungsergebnisse von NEUENDORFF (1996), daß bei hohen Weißklee-Ertragsanteilen in Weißklee-/Weidelgras-Gemengen nicht mehr ausreichend nicht zur biologischen Stickstoff-Fixierung befähigte Bestandespartner zur Verfügung stehen, um überschüssigen bodenbürtigen Stickstoff aufzunehmen. Folge war ein sinkender Ndfa-Wert beim Weißklee.

SCHNOTZ (1995) weist einen deutlichen negativen Einfluß einer Sommertrockenheit und hoher Bodentemperaturen auf die Ndfa-Werte bei verschiedenen Grünlandleguminosen in Reinsaat nach. LEDGARD (1987) zeigt ähnliche Effekte für Weißklee und bodenfrüchtigen Klee im Gemenge mit Gräsern.

Einen wesentlichen Einfluß auf Ndfa übt eine Beweidung aus. Hier werden, wie Untersuchungsergebnisse von einer praxisnah bewirtschafteten, nur gering mit N gedüngten Intensiv-Standweide am Niederrhein zeigen, die Ndfa-Werte an Harnstellen durch punktuell sehr hohe N-Mengen negativ beeinflusst (Abb. 1).

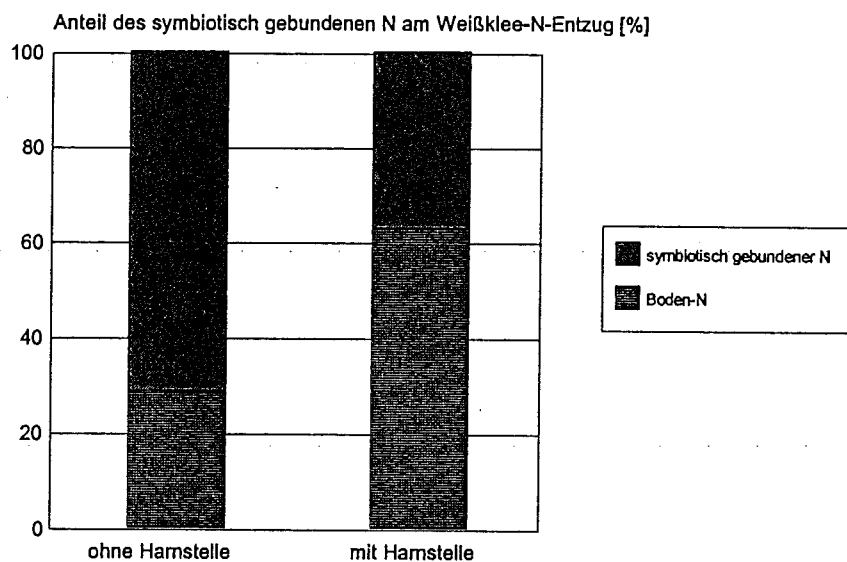


Abb 1: Einfluß von Harnstellen auf den prozentualen Anteil des symbiotisch gebundenen Stickstoffs am Gesamt-Stickstoffgehalt von Weißklee
 -Versuchsstandort Kleve-
 ohne Harnstelle: n = 4
 mit Harnstelle: n = 3

Der unter Beweidung durch Harnstellen betroffene Flächenanteil ist variabel. Literaturangaben gehen von 5 bis 22% Anteil an der gesamten beweideten Fläche aus (KLEMPF, 1997).

Die in Abbildung 1 dargestellten Ndfa-Werte wurden etwa 4 Wochen nach der Aufstellung von Weidekörben auf durch Harnstellen betroffenen Flächen gemessen. LEDGARD (1992) geht davon aus, daß Ndfa, bedingt durch das Absetzen von Harnstellen, um bis zu 90% vermindert werden kann. Die Effizienz der biologischen Stickstoff-Fixierung erreicht erst 30 bis

60 Tage nach dem Absetzen der Harnstellen Werte, die dem Ausgangszustand entsprechen (LEDGARD, 1992).

Apparenter Transfer-N-Anteil am Gesamt-N von Nichtleguminosen im Grünlandbestand (Ndft = N derived from transfer)

Ndft-Werte, die mit Hilfe der ^{15}N -Verdünnungsmethode und der $\delta\text{-}^{15}\text{N}$ -Methode ermittelt werden, lassen aufgrund der methodenimmanenten Annahmen erhebliche Zweifel an der Richtigkeit der erhaltenen Ergebnisse aufkommen (NEUENDORFF, 1996). Weitere methodische Untersuchungen sind erforderlich.

Schlußfolgerungen

Die Bestimmung der Stickstoff-Fixierungsleistung von Grünlandleguminosen ist bislang nur mit erheblichen Unsicherheiten möglich. Um empirisch abgeleitete oder deterministische Modelle zur Schätzung der Stickstoff-Fixierleistung aufbauen zu können, ist eine Verbesserung der zur Verfügung stehenden Datenbasis dringend geboten. Hierbei sollten insbesondere ^{15}N -Methoden zum Einsatz gelangen. Besondere Bedeutung kommt der Ermittlung von standort- und bewirtschaftungsbedingten Einflüssen auf die ober- und unterirdischen N-Entzüge, von Ndfa und methodischen Untersuchungen zu Ndft zu.

In Norddeutschland werden weitere Untersuchungen im Rahmen von zwei in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer Hannover durchgeführten Praxisversuchen unter Beweidung durchgeführt.

Literatur

- Boller, B.C., G. Cadisch, S. Weise & J. Nösberger 1987: Ertragsbildung und Stickstoff-Fixierung von Weissklee-Ökotypen aus verschieden bewirtschafteten Naturwiesen. Schweiz. Landw. Forsch., 26, 181-189.
- Klempt, L. 1997: Ermittlungen zum Nitrataustrag aus Dauergrünland unter Weidenutzung auf Flußmarsch unter besonderer Berücksichtigung von Exkrementstellen. Dissertation in Vorbereitung, Universität - Gesamthochschule Kassel.
- Ledgard, S.F., G.J. Brier & R.A. Littler 1987: Legume production and nitrogen fixation in hill pasture communities. N.Z. J. Agric. Res., 30, 413-421.
- Ledgard, S.F. 1992: Biological nitrogen fixation in mixed legume/grass pastures. Plant and Soil, 141, 137-153.
- Neuendorff, J. 1996: Beitrag des Weißklee (*Trifolium repens* L.) zur Ertragsbildung von Grünlandnarben unter besonderer Berücksichtigung von Methoden zur Quantifizierung seiner Stickstoff-Fixierleistung. Dissertation, Universität - Gesamthochschule Kassel.
- Piepho, K., K. Schmidtke & R. Rauber 1996: Zur Bestimmung des in Wurzeln von Leguminosen/Nichtleguminosen-Gemengen enthaltenen symbiontisch fixierten Stickstoffs mittels der Delta ^{15}N -Methode. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss., 9, 221-222.
- Schnotz, G. 1995: Stickstoff-Fixierungsvermögen mehrjähriger Leguminosen des Dauergrünlandes. Dissertation, Universität Hohenheim.
- Weissbach, F. 1995: Über die Schätzung des Beitrags der symbiontischen N_2 -Fixierung durch Weißklee zur Stickstoffbilanz von Grünlandflächen. Landbauforsch. Völkenrode, 45, 67-74.
- Woledge, J., V. Tewson & I.A. Davidson 1990: Growth of grass/clover mixtures during winter. Grass and Forage Science, 45 191-202.

Einfluß des Umbruchzeitpunktes unterschiedlicher Ackerfutmischungen auf den N_{\min} -Gehalt des Bodens bei variiertem N-Düngung

Hansjörg Nußbaum und Wilhelm Wurth
Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt Aulendorf

1. Einleitung

Ein- und mehrjährige Klee-grasgemenge zeichnen sich durch eine hohe Vorfruchtwirkung aus (KÄMPF et al., 1985). Andererseits kann die Akkumulation von Stickstoff und die nach Umbruch des Gemenges unkontrolliert stattfindende N-Mineralisation insbesondere in Wasserschutzgebieten zum Problem werden (SONTHEIMER und ROHMANN, 1985). So unterliegt nach Umbruch von Klee-gras im Herbst der nicht von Pflanzen aufgenommene Stickstoff einer erhöhten Auswaschungsgefahr im Winter (SCHMALER und BERGER, 1992). Demgegenüber fanden FOERSTER und MEYERCORDT (1994) nach Umbruch von Klee-gras keine Tiefenverlagerung von Stickstoff und nur eine langsame Mineralisation.

Die N-Akkumulation und folglich die N-Mineralisation sind vom Anteil der Leguminosen im Klee-grasbestand abhängig (LOGES et al., 1993; SCHULZE und KELLER, 1993). Der Kleeanteil wiederum wird durch den Grasmischungspartner und die Höhe, Art sowie Verteilung der N-Düngung beeinflusst. So haben nach SCHELLER (1996) mit Gülle gedüngte Klee-grasbestände höhere Leguminosenanteile als mit mineralischem N gedüngte Mischungen. Konkurrenzstarke Grasarten in der Mischung, wie z.B. *Lolium multiflorum*, führen zu grasreicheren Beständen als bei weniger massenwüchsigen Grasarten (LOGES und TAUBE, 1997).

Die Höhe und der Zeitpunkt der N-Mineralisation nach Umbruch von Klee-grasgemengen wird einerseits vom Witterungsverlauf und den Bodenverhältnissen, andererseits vom Umbruchzeitpunkt beeinflusst. Deshalb muß die vorwinterliche N-Freisetzung durch späten Umbruchtermin bzw. Verlegung des Termins in das Frühjahr oder aber durch eine extensive Bodenbearbeitung gebremst werden (HESS, 1990). Eine andere Möglichkeit besteht darin, den mineralisierten Stickstoff gezielt in Pflanzensubstanz zu überführen (SCHMALER und BERGER, 1992).

Der vorliegende Versuch sollte an drei Standorten Baden-Württembergs Hinweise über den Verlauf des N_{\min} -Gehaltes bei Umbruch von über- bzw. mehrjährigem Klee-gras im Herbst bzw. Frühjahr bei vorher variiertem N-Düngung geben.

2. Material und Methoden

2.1 Mischungen und Umbruchtermine

- Überjährige Klee-gras-mischung; Ansaat 1993 - Umbruch Herbst 1994 und Frühjahr 1995.
- Vier verschiedene mehrjährige Klee-gras-mischungen (nach den Regelansaatmischungen Baden-Württemberg); Ansaat 1993 - Umbruch Herbst 1995 und Frühjahr 1996.

2.2 N-Düngung:

- 40 kg N/ha und Nutzung (bei 4 Nutzungen/Jahr 160 kg N/ha.a)
- ohne N-Düngung

2.3 Untersuchungen

- Ertrags- und Qualitätsparameter (TM-Ertrag, XP-, XF-, XA-Gehalt, Energiekonzentration)
- Pflanzenbestand (Klee-, Gras-, Kraut-Anteile zu jedem Aufwuchs n. KLAPP/STÄHLIN)
- N_{\min} -Gehalte im Boden nach Umbruch im Herbst bzw. im Frühjahr (3-wöchiger Turnus)

2.4 Standorte

Standort	Region	Höhe NN	Klima		Boden		
			Niederschl.	Mittl.Temp.	Bodentyp	Bodenart	Bodenzahl
Aulendorf	Oberland	580 m	902 mm	7,7 °C	Pseudogley-Parabraunerde	sL	52
Balgheim	Baar	710 m	860 mm	6,2 °C	Braunerde	IT	56
Waldstetten	östl. Albvorland	408 m	945 mm	7,5 °C	Braunerde	L	46

3. Ergebnisse

3.1 Einfluß der N-Düngung auf TM-Ertrag und Futterwert der Klee-grasmischungen

Die TM-Erträge (dt/ha) der mehrjährigen Klee-grasmischungen unterschieden sich an allen drei Standorten nicht voneinander. Die überjährige Mischung war den mehrjährigen im ersten Hauptnuzungsjahr hinsichtlich des TM-Ertrages überlegen. Bei den vier mehrjährig genutzten Mischungen wiesen die mit N gedüngten Aufwüchse einen signifikant höheren (+6%) TM-Ertrag auf als die ungedüngten Aufwüchse (Tab.1). Letztere hatten jedoch einen geringfügig höheren XP-Gehalt. Die Düngungsstufen beeinflussten den Energiegehalt nicht.

Tabelle 1: TM-Ertrag (dt/ha) und Parameter der Futterqualität von mit bzw. ohne N gedüngten mehrjährigen Klee-grasmischungen an 3 Standorten (1993-95)

Variante	TM dt/ha	XP	XF	XA	NEL MJ/kg TM
		% i.T	% i.T	% i.T	
N 160	130.7	18.8	24.8	11.4	5.63
N 0	123.5	19.1	24.7	11.3	5.65

3.2 Nmin-Gehalte beim bzw. nach dem Umbruch

Die Nmin-Gehalte im Boden unterschieden sich bei den Klee-grasmischungen zu den Probenahmeterminen nicht voneinander. Deshalb wurden an jedem Standort die Nmin-Kurven der mehrjährigen Mischungen zusammengefaßt (Abb.1). Es ist an jedem Standort und sowohl bei der überjährigen bzw. den mehrjährigen Mischungen erkennbar, daß der Umbruchtermin „Herbst“ bzw. „Frühjahr“ einen größeren Einfluß auf den Nmin-Gehalt hatte als die N-Düngungsstufen. Gleichwohl lagen die Gehalte bei den gedüngten Parzellen tendenziell höher. Das Niveau der Nmin-Gehalte war bei den drei Standorten unterschiedlich.

Der mineralisierte Stickstoff wurde insbesondere nach Herbstumbruch (Abb. 2) und als Folge von Niederschlägen in tiefere Bodenschichten verlagert.

4. Zusammenfassung

- Die Art der Klee-grasmischung und der Anteil der Leguminosen im Bestand hatten keinen Einfluß auf den Nmin-Gehalt im Boden.
- Nur am Standort Aulendorf nahm mit der Höhe der N-Düngung der Nmin-Gehalt nach dem Umbruch zu.
- Der Umbruch von Klee-gras im Herbst führte zu signifikant höheren Nmin-Gehalten als der Umbruch im Frühjahr. Hinsichtlich der absoluten Höhe der Nmin-Gehalte war ein Standorteffekt zu beobachten.
- Mineralisierter Stickstoff wurde in tiefere Bodenschichten verlagert.

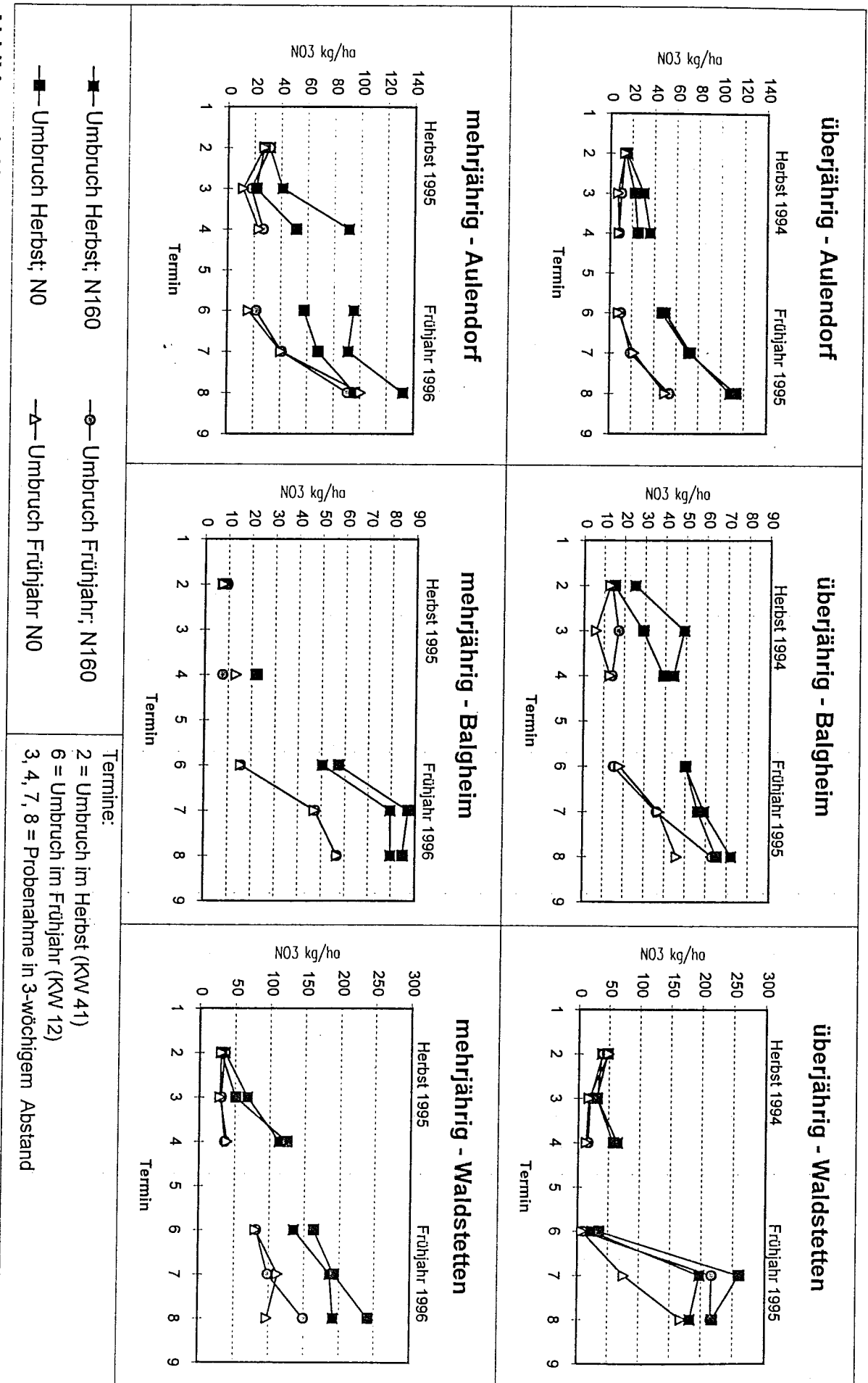


Abbildung 1: N_{min} -Gehalte im Boden (NO_3 kg/ha) nach Herbst- und Frühjahrsumbruch über- bzw. mehrjähriger Klee-gras-mischungen an drei Standorten Baden-Württembergs. (Unterschiedliche Skalierung beachten)

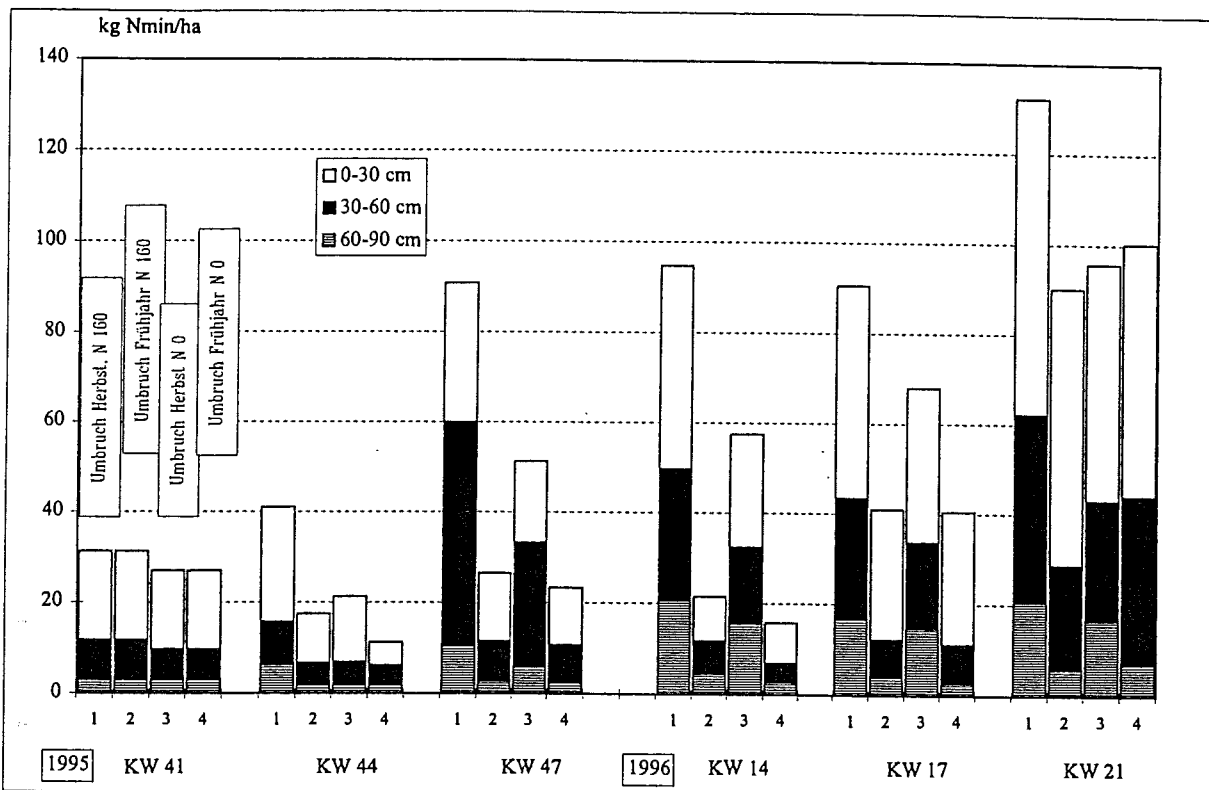


Abbildung 2: Nmin-Gehalte einzelner Bodenschichten am Standort Aulendorf nach Umbruch mehrjähriger Kleegrasmischungen im Herbst bzw. im Frühjahr

5. Literatur

- FOERSTER, P. u. A.MEYERCORDT (1994): Stickstoff-Dynamik nach Kleegrasumbruch. *Ökologie und Landbau*, 92, 50-52.
- HESS, J. (1990): Acker- und Pflanzenbauliche Strategien zum verlustarmen Stickstofftransfer beim Anbau von Kleegras im Organischen Landbau. *Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss.*, 3, 241-244.
- KÄMPF, R.; NOHE, E.; PRITZOLD, K. u. J.SNEYD (1985): *Feldfutterbau*. DLG-Verlag Frankfurt.
- LOGES, R.; WÖRNER, M. u. A.KORNHER (1992): Vergleichende Beobachtungen zur N-Dynamik unter Rotkleegras sowie unter mineralisch gedüngten Grasbeständen. *Tagungsband AG Grünland, Husum*, 258-261.
- LOGES, R. u. F.TAUBE (1997): Versorgung des Bodens mit organischer Substanz und Stickstoff im ökologischen orientierten Landnutzungssystemen. *Tagungsband AG „Böden Schl.-Holstein“ d. Dt.Bodenk. Gesellsch.*, Bd 2.
- SHELLER, H. (1996): Einsatz von Gülle zu Kleegrasmischungen. *Schule und Beratung* 05/96, IV-10 - IV-15.
- SCHMALER, K. u. G.BERGER (1992): Nmin-Gehalt im Boden nach Umbruch von Ackergras und Leguminosengras bei Nachbau abfrierender und überwinterten Zwischenfrüchten und Winterweizen. *Tagungsband AG Grünland, Hohenheim*, 204-208.
- SCHULZE, B. u. TH.Keller (1993): Nmin-Gehalt unter Luzernerein- und Luzernegrasbeständen. *Tagungsband AG Grünland, Hohenheim*, 153-157.
- SONTHEIMER, U. u. H.Rohmann (1985): Nitrat im Grundwasser: Ursachen, Bedeutung, Lösungswege. DVWG-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut der Universität Karlsruhe.

N₂O-Emissionen auf Schafweiden unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität

von

Stephanie Poggemann, Friedrich Weißbach und Ulrich Küntzel

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

1. Problemstellung

Das durch Nitrifikation und Denitrifikation im Boden gebildete Lachgas (N₂O) ist als klimarelevantes Spurengas in den letzten Jahren zunehmend in das Interesse der Forschung gerückt. In der intensiven Weidetierhaltung bewirken die Düngung und die auf dem Grünland abgesetzten tierischen Exkrememente eine intensive N-Zufuhr. In N-Steigerungsversuchen soll gezeigt werden, daß intensiv gedüngte Weideflächen durch Stickstoff-Umwandlungsprozesse zur Produktion und Freisetzung beträchtlicher Mengen an N₂O führen.

2. Material und Methoden

Auf einer seit mehreren Jahren extensiv bewirtschafteten Schafweide (0 kg N ha⁻¹ a⁻¹) und einer intensiv gedüngten Schafweide (260 kg N ha⁻¹ a⁻¹) wurden von Mai 1996 bis April 1997 N₂O-Emissionsmessungen durchgeführt. Die Emissionsmengen wurde auf jeweils 8 Meßparzellen erfaßt und gemittelt. Während der Weidesaison wurden alle Meßparzellen regelmäßig einmal wöchentlich beprobt. Nur unmittelbar während des erneuten Auftriebs der Schafe, etwa jede 4. Woche (Koppelweide), wurden keine Gasproben genommen.

Die Erfassung der N₂O-Abgaberate erfolgte mit speziell angefertigten Gasabdeckhauben (closed soil cover boxes) auf einer Fläche von je 0,28 m² über eine Anreicherungszeit von zwei Stunden. Die N₂O-Analytik wurde mit Hilfe eines automatisierten Gerätesystems (GC, ECD) im Institut für Bodenbiologie der FAL durchgeführt. Witterungsdaten (Niederschlag und Temperatur) sind durch die Zentrale Agrarmeteorologische Forschungsstation Braunschweig in unmittelbarer Nähe des Versuchsstandortes erfaßt worden. Zum Zeitpunkt der Gasprobennahme wurden außerdem die Bodentemperatur sowie die Bodenfeuchte vor Ort gemessen.

3. Ergebnisse und Diskussion

N₂O-Emissionen der extensiven und intensiven Schafweiden wurden durch wiederholte N₂O-Messungen über einen Zeitraum von 11 Monaten erfasst, die in Abbildung 1 und 2 dargestellt sind. Beim Vergleich der beiden Darstellungen ist der unterschiedliche Maßstab der Ordinaten zu beachten.

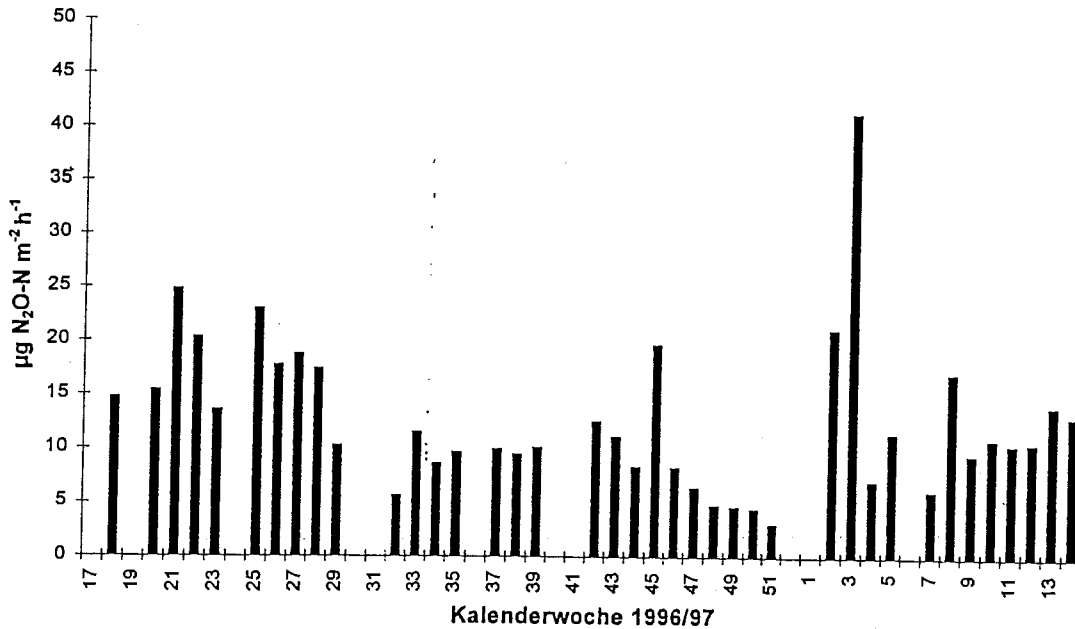


Abbildung 1: N₂O-Emissionen einer extensiv bewirtschafteten Schafweide (n=8)

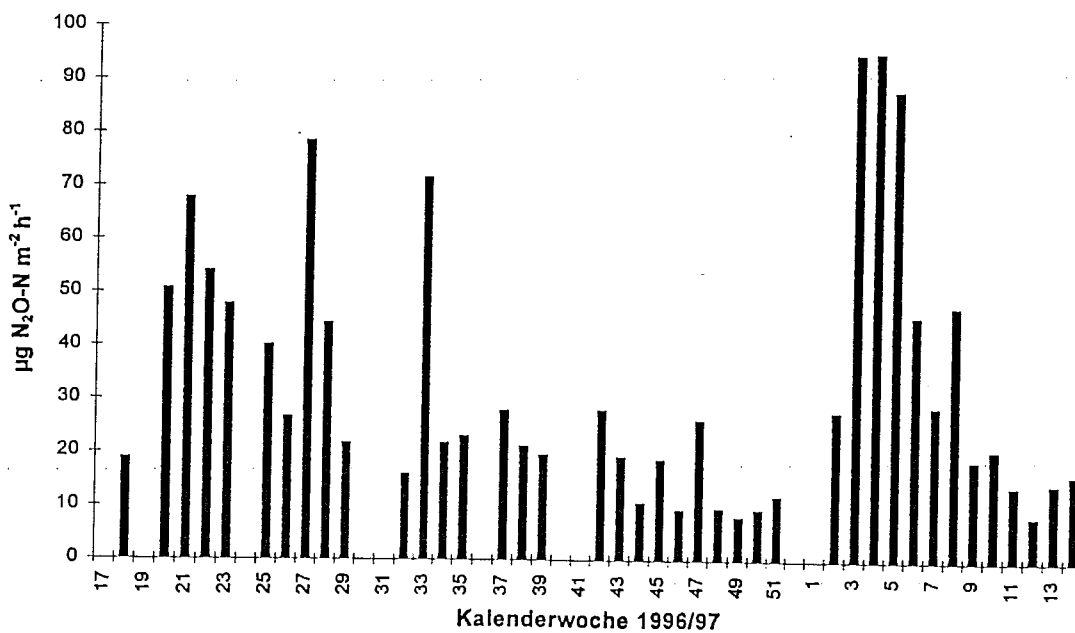


Abbildung 2: N₂O-Emissionen einer intensiv bewirtschafteten Schafweide (n=8)

Die Darstellung 1 zeigt den zeitlichen Verlauf der N₂O-Abgaberraten, die auf der extensiv bewirtschafteten Weidefläche gemessen wurden. Im Jahresmittel (linear interpolierte N₂O-Meßdaten) entwichen von der extensiven Weidefläche 12,6 µg N₂O-N m⁻² h⁻¹ in die Atmosphäre. In der Abbildung 2 sind die N₂O-Emissionen der intensiv bewirtschafteten Weidefläche dargestellt. Auf dieser Fläche wurden 32,2 µg N₂O-N m⁻² h⁻¹ im Jahresmittel emittiert.

Beide Darstellungen zeigen einen diskontinuierlichen Verlauf der Emissionen mit wenigen Emissionsspitzen. Die N₂O-Emissionsraten bewegten sich zwischen 3 und 40 µg N m⁻² h⁻¹ bei der extensiven Variante und 8-95 µg N m⁻² h⁻¹ bei der intensiven Variante. Im Verlauf der Vegetation nahmen die Emissionen generell ab. Auffallend ist jedoch ein hoher Emissionspeak zu Beginn des Jahres 1997 während einer Auftauphase der oberen Bodenschicht. Auf der extensiv bewirtschafteten Fläche wurden in der 3. Kalenderwoche 1997 die höchsten Meßwerte mit 40 µg N m⁻² h⁻¹ gemessen, während auf der intensiven Variante die N₂O-Emissionsraten bei 95 µg N m⁻² h⁻¹ lagen.

Aufgrund der hohen räumlichen und zeitlichen Variabilität ist die Quantifizierung von N₂O-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden sehr problematisch. Die räumliche Variabilität konnte in diesem Versuch durch die relativ hohe Anzahl an Wiederholungen weitestgehend erfaßt werden. Die räumliche Variabilität liegt in diesem Versuch zwischen 40 und 120 % (im Mittel 60 %). Im Vergleich zu Literaturangaben (GOODROAD et al., 1984), in der die räumliche Variabilität mit 50-200 % angegeben wird, kann die in diesem Versuch gegebene Variabilität als niedrig eingestuft werden.

Die zeitliche Variabilität wurde in dieser Untersuchung durch die kontinuierlichen und insbesondere ganzjährigen N₂O-Emissionsraten-Messungen ebenfalls berücksichtigt. Die zeitliche Variabilität der Meßdaten liegt zwischen 60 und 140 %. GOODROAD et al. (1984) geben die zeitliche Variabilität mit 100-350 % an.

Von Mai 1996 bis Mai 1997 entwichen auf der ungedüngten Weidefläche 1,1 kg N ha⁻¹ a⁻¹ in Form von N₂O in die Atmosphäre. Auf der intensiv gedüngten Weidefläche wurden etwa 2,8 kg N ha⁻¹ a⁻¹ als N₂O emittiert; dies entspricht ca. 0,7 % des jährlich durch Düngung zugeführten Stickstoffs. BOUWMAN et al. (1996) berechnen jährliche N₂O-N-Verluste von ca. 1,25 % des zugeführten Stickstoffs, wobei eine von der Düngung unabhängige Grundemission von 1 kg ha⁻¹ a⁻¹ angenommen wurde:

$$\text{N}_2\text{O-Emission} [\text{kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}] = 1 + 0,0125 \cdot \text{N-Düngung} [\text{kg N ha}^{-1} \text{ a}^{-1}]$$

Auf der extensiven Schafweide entspricht die Emissionsmenge mit 1,1 kg N ha⁻¹ a⁻¹ dem Schätzwert. Auf der intensiven Schafweide, welche mit 260 kg N ha⁻¹ a⁻¹ im Vegetationsverlauf gedüngt wurde, betrug der ermittelte N₂O-N Verlust 2,8 kg N ha⁻¹ a⁻¹. Dieser Wert lag damit deutlich unter dem nach der Gleichung von BOUWMAN et al. (1996) errechneten Verlusten von 4,3 kg N ha⁻¹ a⁻¹. Eine Ursache dafür könnte sein, daß bisherige Kalkulationen zum größten Teil auf Kurzzeitstudien beruhen, deren Messungen sich nur über einige Wochen oder wenige Monate erstreckten. Langzeitstudien, die sich auf ein Jahr oder gar mehrjährige kontinuierliche Ratenmessungen beziehen, sind eher die Seltenheit (EICHNER, 1990). Für die Quantifizierung von N₂O-Emissionen sind ganzjährige Abgaberratenbestimmungen und insbesondere die Einbeziehung der Wintermonate notwendig. Dieser Tatbestand wird deutlich, wenn man sich vor Augen hält, daß bei unseren Messungen bis zu 32 % der jährlichen Emissionen im Winter stattfanden. Auch FLESSA et al. (1995) berichten von einer hohen N₂O-Produktion im Winter mit bis zu 46 % der gesamten jährlichen N₂O-Emission.

4. Schlußfolgerung

Der vorliegende Versuch zur Bestimmung der N₂O-Emissionen auf extensiven und intensiven Schafweiden war in ein Institutsprojekt zur Weideleistung von Schafen integriert (DYCKMANS und WEIBBACH). Dieses Projekt verfolgte das Ziel einer effizienten Bewirtschaftung von Weidegrünland bei Anpassung der Besatzdichte an die auf der Fläche produzierte Biomasse. Der mit dem Einsatz von 260 kg N ha⁻¹ gewonnene Biomassertrag wurde bei der intensiven Variante mit einer Beweidungsdichte von 3,8 GV ha⁻¹ genutzt, bei der extensiven Variante mit einem geringeren Viehbesatz von 2,5 GV ha⁻¹ wurde keine N-Düngung gegeben. Der erwartete Ertragsrückgang konnte durch verminderten Tierbesatz ausgeglichen werden und dadurch die Leistung je Tier bei der extensiven Variante das gleiche Niveau erreichen wie auf der intensiven Weide.

Vergleicht man die N₂O-N-Verluste dieser beiden Weidemanagement-Systeme miteinander, so wird ersichtlich, daß die totalen N₂O-N-Verluste pro ha auf der extensiv bewirtschafteten Weide drastisch abnehmen (Tab.1). Auch bei Bezug auf die Großvieheinheit (GV = 500 kg LM) wird deutlich, daß durch eine extensive Bewirtschaftung der Weidefläche die N₂O-Emission um die Hälfte pro GV reduziert wird (Tab.1). Ähnliche Ergebnisse fanden wir auch auf intensiv und extensiv geführten Weiden mit wachsenden Jungrindern (POGGEMANN et al., 1997).

Tabelle 1: N₂O-N-Verluste von intensiven und extensiven Schafweiden

Management-System		N ₂ O-N-Verluste (kg a ⁻¹)	
		pro ha	pro GV
intensiv	0,8 ha, 30 Tiere	2,8	0,7
extensiv	0,8 ha, 20 Tiere	1,1	0,4

5. Literatur

- BOUWMAN, A.F., 1996: Direct emission of nitrous oxide from agricultural soils. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 46, 53-70
- EICHNER, M., 1990: Nitrous oxide emissions from fertilized soils: summary of available data. *Journal of Environmental Quality*, 19, 272-280
- FLESSA, H. UND P. DÖRSCH, 1995: Seasonal variation of N₂O and CH₄ fluxes in differently managed arable soils in southern Germany. *Journal of Geophysical Research*, 100, 23.115-23.124
- GOODROAD, L.L., D.R. KEENEY UND L.A. PETERSON, 1984: Nitrous oxide emissions from agricultural soils in Wisconsin. *Journal of Environmental Quality*, 13 (4), 557-561
- POGGEMANN, S., F. WEIBBACH UND U. KÜNTZEL, 1997: N₂O-Emissions from Urine and Dung Patches on Grassland. Vortrag, 7th International Workshop on Nitrous Oxide Emissions 21.-23. April 1997 (in Druck)

Einfluß der Phosphat- und Kalkformen auf den wirtschaftlich optimalen Phosphatdüngbedarf einer vierschnittigen Wiese im Allgäu

Martin Rex

Versuchsanstalt Kamperhof, Mülheim an der Ruhr

Der Phosphatdüngbedarf hängt ab von den Phosphatvorräten im Boden und den Faktoren, die deren Verfügbarkeit beeinflussen, auf dem Grünland aber auch entscheidend von der Nutzungsform und der Phosphatrückfuhr. Er wird zudem von der Phosphatform und deren Umsetzungseigenschaft im Boden bestimmt.

Auf einer intensiv genutzten Wiese im Allgäu wurde ein Phosphat-Düngungsversuch durchgeführt, bei dem der ökonomisch optimale Phosphatdüngbedarf unter Verwendung zweier kalkhaltiger Phosphatdünger mit aufgeschlossener Phosphatform (Thomasphosphat) oder weicherdigem Rohphosphat (Dolophos) ermittelt werden sollte.

Material und Methoden

Der Versuchsstandort liegt bei Kißlegg, Kreis Wangen im Allgäu, in 660 m Höhe über NN mit durchschnittlichen Niederschlagsmengen im Versuchszeitraum von 1280 mm und einer durchschnittlichen Jahrestemperatur von 7,9 °C. Der Bodentyp läßt sich als teilweise lessivierte Braunerde aus Geschiebelehm der Würmeiszeit mit der vorherrschenden Bodenart schluffiger Lehm (21 % Ton, 62 % Schluff) ansprechen. Zu Versuchsbeginn wurden im Boden in der Schicht 0-10 cm ein Humusgehalt von 5,8 %, 13 mg CAL-P₂O₅, 36 mg CAL-K₂O, 11 mg CaCl₂-Mg und ein pH-Wert (CaCl₂) von 5,8 festgestellt.

Die Düngung vor Versuchsbeginn erfolgte fast ausschließlich über Rindergülle in Höhe von bis zu 60 m³/ha verteilt im Jahr.

Der Versuch wurde als Blockanlage mit 4-facher Wiederholung angelegt. Die mineralische Stickstoffdüngung in Form von Kalkammonsalpeter lag zwischen 120 und 200 kg N/ha/Jahr (Ø 160 kg N). Die Kalidüngung wurde mit 100 kg K₂O/ha begonnen und nach Absinken der Kaligehalte im Boden auf 300 bis 320 kg K₂O/ha erhöht. In den ersten drei Versuchsjahren wurden zusätzlich zur mineralischen Versuchsdüngung einheitlich über die gesamte Versuchsfläche insgesamt 100 cbm Rindergülle ausgebracht. Neben einer Kontrollvariante „ohne Phosphat“ wurde Thomasphosphat bzw. Dolophos in Höhe von 60 kg und 120 kg P₂O₅/ha jährlich gedüngt.

Phosphat und Kalk liegen im Thomasphosphat als Calciumsilicophosphat und Calciumsilikat vor, im Dolophos als weicherdiges Rohphosphat und kohlenaurer Magnesium-Kalk vor. Beide Phosphatdünger enthalten 45 bis 50 % CaO als basisch wirksamen Kalk, der im Versuch in den einzelnen Düngungsvarianten nicht ausgeglichen wurde. Die Phosphatsteigerung beinhaltete somit gleichzeitig eine Kalksteigerung.

Ergebnisse und Diskussionen

Bereits im ersten Versuchsjahr deutete sich eine Ertragserhöhung durch die Phosphatdüngung an, die jedoch noch nicht statistisch abgesichert war. Vom 4. Versuchsjahr an wiesen die phosphatgedüngten Varianten signifikante Mehrerträge gegenüber der Kontrollvariante auf (Abb. 1). Die Düngung des Thomasphosphats erwies sich im Vergleich zum Dolophos als stärker ertragswirksam. Die unterschiedliche Verfügbarkeit beider Phosphat-Formen wird auch beim Vergleich der Phosphatentzüge deutlich (Abb. 2). Sie erreichten mit durchschnittlich jährlich 90 kg P₂O₅/ha durch die vier Schnitte pro Jahr ein relativ hohes Niveau und fielen beim Dolophos geringer aus als beim Thomasphosphat.

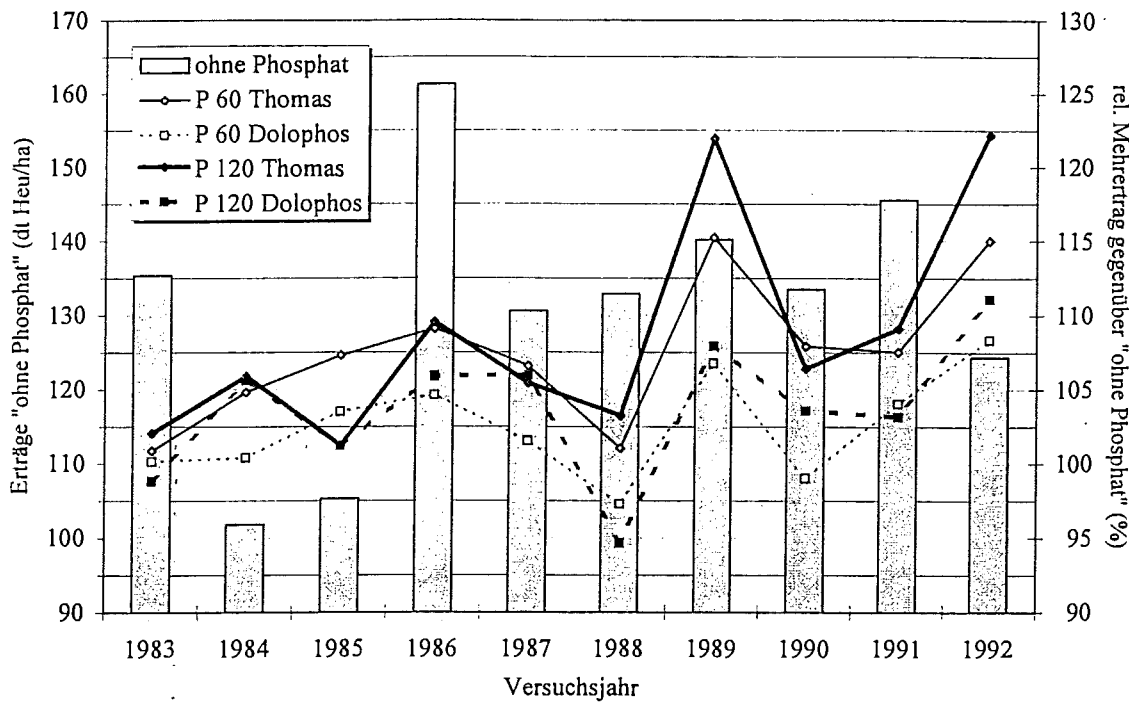


Abb. 1: Erträge und Mehrerträge durch Phosphat- und Kalkdüngung in Abhängigkeit von Düngerform und -menge

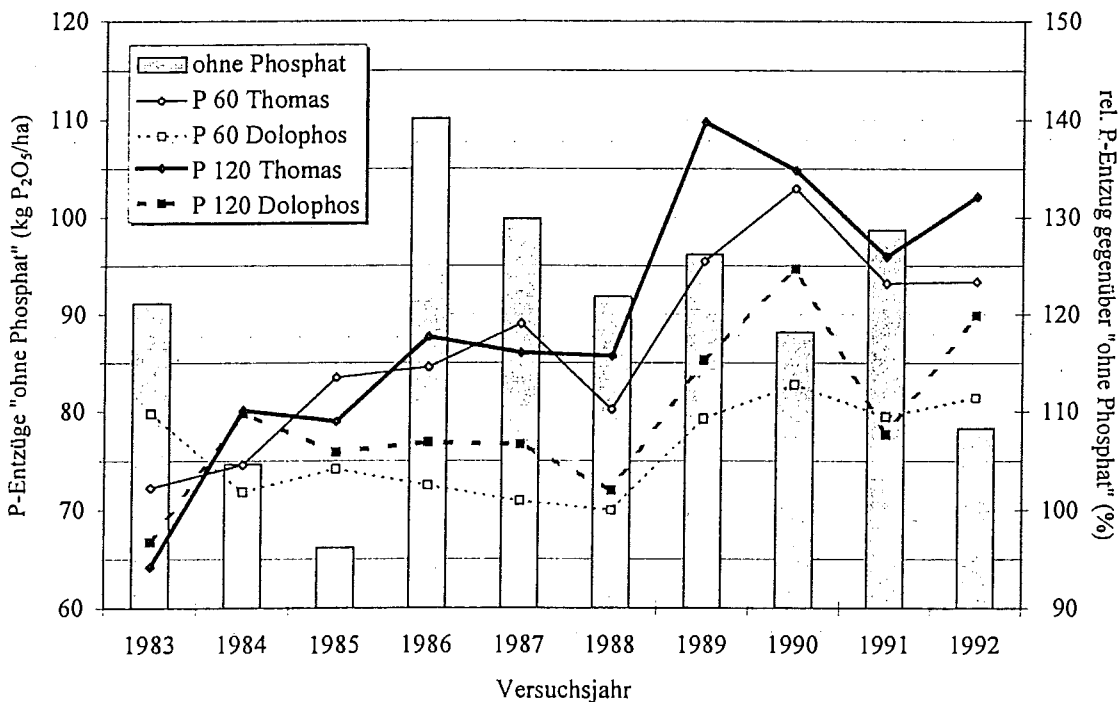


Abb. 2: Phosphatentzüge durch den Wiesenaufwuchs und deren relative Veränderung durch Phosphat- und Kalkdüngung in Abhängigkeit von Düngerform und -menge

Dementsprechend nahmen die Phosphatgehalte im Boden im Versuchsverlauf nicht nur auf der Kontrollvariante sondern auch in der Düngungsstufe 60 kg P_2O_5/ha bei beiden P-Formen und sogar auf der rohhosphatgedüngten Variante der hohen P-Stufe stetig ab (Abb. 3). Lediglich durch Thomasphosphat in Höhe von 120 kg P_2O_5/ha wurden die CAL- P_2O_5 -Gehalte im Boden angehoben.

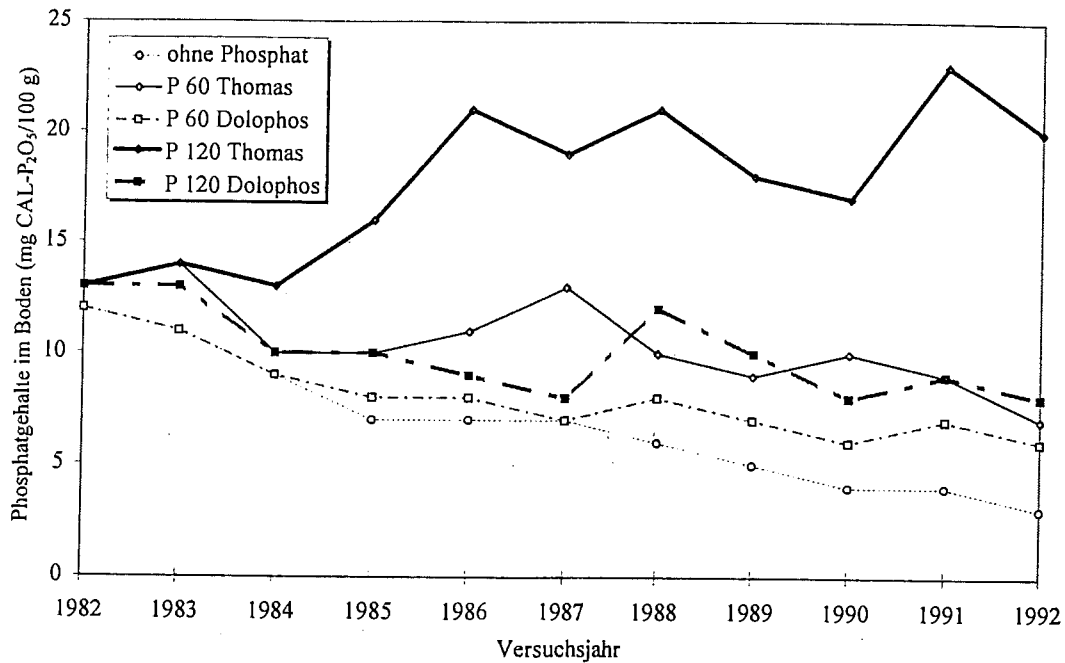


Abb. 3: Veränderung der Phosphatgehalte im Boden im Versuchsverlauf in Abhängigkeit von Düngerform und -menge

Die Veränderungen der pH-Werte im Boden durch die mit den P-Düngern verabreichten Kalkgaben fielen bei beiden Phosphatformen im Vergleich zur Variante „ohne Phosphat“ etwa in gleicher Höhe aus. Bei der niedrigen Düngungsstufe (jährlich ca. 200 kg CaO/ha) war eine deutliche Abnahme der Bodenreaktion gegeben, während die pH-Werte mit der doppelten Kalkgabe knapp gehalten werden konnten (Abb. 4).

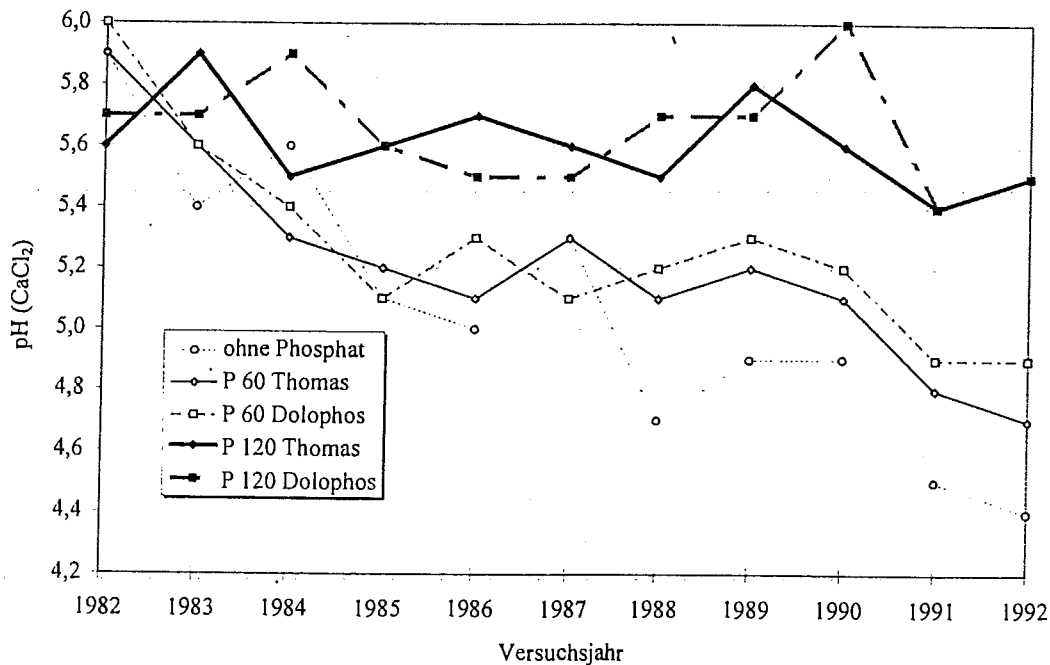


Abb. 4: Veränderung der pH-Werte im Boden im Versuchsverlauf in Abhängigkeit von Düngerform und -menge

Zur Ermittlung des wirtschaftlich optimalen Phosphatdüngedarfs wurde aus den mit beiden P-Formen erzielten Mehrerträgen eine Ertragskurve nach Mitscherlich berechnet (Abb. 5).

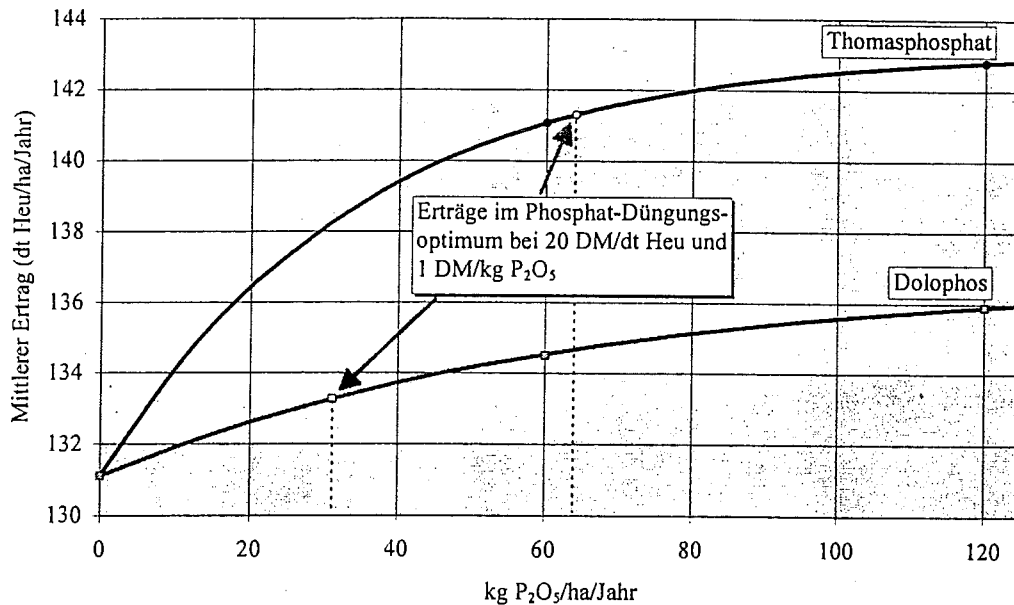


Abb. 5: Ertragskurven der durchschnittlichen Heuerträge über die gesamte Versuchslaufzeit in Abhängigkeit von Düngerform und -menge

Unter Berücksichtigung von Phosphatkosten in Höhe von 1,00 DM/kg P₂O₅ frei Feld und Erlösen von 15, 20 bzw. 25 DM pro dt Heu konnte über den Mehrertrag das wirtschaftliche Düngungsoptimum abgeleitet werden. Je nach Preisansatz lag die optimale Thomasphosphatdüngung zwischen 54 und 72 kg P₂O₅/ha/Jahr, bei Dolophos zwischen 13 und 46 kg P₂O₅/ha/Jahr (Tab. 1). Daraus errechnet sich ein Mehrertrag durch Phosphatdüngung von 85 bis 186 DM/ha für das Thomasphosphat und zwischen 1 und 23 DM/ha für das Dolophos.

Tab. 1: Wirtschaftliches Düngungsoptimum und Gewinn im Düngungsoptimum bei Düngungskosten von 1 DM/kg P₂O₅ in Abhängigkeit von P-Form und Preisen

	wirtsch. Düngungsoptimum (kg P ₂ O ₅ /ha/Jahr)			Gewinn im Düngungsoptimum (DM/ha/Jahr)		
	15 DM	20 DM	25 DM	15 DM	20 DM	25 DM
P-Form						
Thomasphosphat	54	64	72	85	134	186
Dolophos	13	31	46	1	10	23

Das Phosphatdüngungsoptimum lag damit in beiden Fällen, vor allem aber bei Verwendung des Dolophos, unterhalb des Phosphatentzuges. Selbst unter Berücksichtigung der zusätzlich zur mineralischen Phosphatdüngung erfolgten organischen P-Gabe über Gülle in Höhe von durchschnittlich ca. 25 kg P₂O₅/ha/Jahr ergibt sich lediglich für das Thomasphosphat bei der günstigsten Kosten-/Erlös-Relation ein optimaler Düngebedarf in Höhe des P-Entzuges. Bei ungünstigeren ökonomischen Rahmenbedingungen hätte die Düngung in Höhe des Düngungsoptimums zu einer Abnahme der Phosphatgehalte im Boden geführt.

Schlußfolgerungen

Auf einer intensiv genutzten vierschnittigen Wiese mit 13 mg CAL-P₂O₅ im Boden war trotz signifikanter Mehrerträge durch eine kombinierte Phosphat- und Kalkdüngung mit weicherdigem Rohphosphat und Thomasphosphat lediglich die Verwendung von letzterem wirtschaftlich. Das Düngungsoptimum lag bei den hier berücksichtigten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für Thomasphosphat in Höhe des Phosphatentzuges durch den Wiesenaufwuchs oder niedriger. Zur Erhaltung des pH-Werts waren mindestens 400 kg CaO/ha jährlich erforderlich.

Zur N-Fixierung von Luzerne und Rotklee

von

Katrin Schmalzer und Karlheinz Richter

Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Humboldt-Universität zu Berlin

1. Einleitung

Leguminosen können über die symbiontische Stickstofffixierung zwischen 50 und 90% ihres Stickstoffbedarfs decken (TA und FARIS, 1987). Luzerne und Rotklee erreichen jährliche N-Fixierungsleistungen zwischen 100 und 600 kg ha⁻¹ (HÖFLICH, 1983). Aus Untersuchungen mit ¹⁵N markiertem Stickstoff geht die Überlegenheit der Luzerne in der N-Fixierung gegenüber dem Rotklee hervor (HEICHEL, 1981). In der Stickstoffernährung gemeinsam angebaute Leguminosen und Gräser bestehen vielfältige Wechselbeziehungen, die von Konkurrenz und gegenseitiger Förderung geprägt sein können. Weiterhin kann es zum N-Transfer von der Leguminose zum Graspартner kommen, wofür das Ausscheiden von N-Verbindungen durch die Leguminosenwurzeln in die Bodenlösung und die Mineralisation abgestorbener Pflanzenteile der Leguminosen in Betracht kommen. Die Nachbarschaft der Gräser kann die N-Fixierung der Leguminosen begünstigen (CRAIG DE ANDA, 1981), wenn dadurch hohe N_{min}-Gehalte im Boden schneller gemindert werden, die die Rhizobium-Bakterien und die Nitrogenaseaktivität hemmen können (TRIMBLE et al., 1987). Aus anderen Versuchen ist bekannt, daß sich die Höhe der N-Fixierung beim gemeinsamen Anbau von Luzerne und Gräsern nicht von der im Reinanbau unterscheidet (BURITY et al., 1985). Andererseits wird aber auch beschrieben, daß die Luzerne keinen positiven Einfluß auf die N-Ernährung des benachbarten Knäulgrases nahm, sondern bei hohen Zuwachsraten im Sommer als N-Konkurrent wirkte (CRUZ, 1986). Die Stärke des Einflusses der Leguminose auf das Gras ist von den natürlichen Bedingungen sowie der Nutzungsart und -intensität abhängig

2. Material und Methoden

Am Standort Berge wurden mehrjährige Parzellenversuche mit Luzerne ('Europe'), tetraploidem Rotklee ('Matri'), Wiesenschweidel ('Paulita') und Luzerne- und Rotklee gras mit den Graspartnern Wiesenschweidel und Wiesenschwingel/ Wiesenlieschgras durchgeführt. Weitere Prüffaktoren waren die Beregnung und die N-Düngung. Die Höhe der Zusatzwassermenge betrug 1984 und 1985 jeweils 120 mm, 1986 160 mm 1987 100 mm und 1988 240 mm.

Die durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge am Standort beträgt 503 mm und die Jahresdurchschnittstemperatur 8,7 °C.

Die vorherrschende Bodenart ist lehmiger Sand. Der pH-Wert in der Ackerkrume lag zwischen 6,6 und 6,9, der P-Gehalt zwischen 21 und 25 mg 100g⁻¹ Boden und der K-Gehalt zwischen 21 und 25 mg 100g⁻¹ Boden.

Die in Sommerblanksaat angelegten Bestände sind jeweils über zwei Jahre genutzt und die im Beitrag diskutierten Varianten nicht mit Stickstoff gedüngt worden. Luzerne und Luzerne gras wurden viermal im Jahr zum gleichen Termin, Rotklee und Rotklee gras wurden dreimal geschnitten.

Als Prüfmerkmale wurden für jeden Aufwuchs der Trockenmasseertrag und der N-Gehalt (Kjeldahl) und daraus die N-Erträge ermittelt. Für die Leguminosen-Gras-Gemenge erfolgte eine Schätzung der Ertragsanteile von Leguminosen und Gräsern. Das Probenmaterial der Gemenge wurde getrennt, für die Leguminosen- und Graskomponenten der Trockensubstanz- und N-Gehalt festgestellt und die Trockenmasse- und N-Erträge der Komponenten berechnet.

Die symbiontische N-Fixierung der Leguminosen im Reinanbau und im Gemenge läßt sich aus der Differenz der N-Erträge der Leguminose bzw. der Gemenge und einer ungedüngten, nicht Stickstoff fixierenden Referenzfrucht schätzen. Diese Methode vernachlässigt die unterschiedliche N-Aufnahme der Fruchtarten aus dem Boden sowie den N-Gehalt in den Wurzeln und Stoppeln, die in der erweiterten Differenzmethode Berücksichtigung finden (STÜLPNAGEL, 1982). Für die vorgestellten Versuche diente Wiesenschweidel als Referenzfrucht.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse verdeutlichen die Überlegenheit der Luzerne in den Stickstoff erträgen gegenüber dem Rotklee (Tabellen 1 und 2).

Tabelle 1: N-Erträge (kg ha^{-1}) von Luzerne und Luzernegras in Abhängigkeit von Graspartner und Beregnung im 1. und 2. Hauptnutzungsjahr

Jahre	Luzerne			Luzerne		
	Luzerne	Luzerne Wiesen- schweidel	Luzerne Wiesenschwingel/ Wiesenlieschgras	Luzerne	Luzerne Wiesen- schweidel	Luzerne Wiesenschwingel/ Wiesenlieschgras
	unberegnert			beregnert		
1. 1984	429	427	-	395	395	-
1. 1985	315	349	235	366	380	318
1. 1986	407	369	378	509	490	499
1. 1987	535	463	468	591	488	483
Mittel n=4	422	402	-	465	438	-
Mittel n=3	419	393	360	489	453	433
F-Test, GD 5%	Jahr/Graspartner signifikant 28			Jahr/Graspartner/Wechselwirkung signifikant 81		
2. 1985	410	395	447	458	456	483
2. 1986	497	427	389	528	481	396
2. 1987	570	513	546	564	493	543
2. 1988	505	386	470	526	428	426
Mittel	495	430	463	519	464	462
F-Test, GD 5%	Jahr/Graspartner/Wechselwirkung signifikant 63			Jahr/Graspartner/Wechselwirkung signifikant 72		

Tabelle 2: N-Erträge (kg ha^{-1}) von Rotklee und Rotklee gras in Abhängigkeit von Graspartner und Beregnung im 1. und 2. Hauptnutzungsjahr

Jahre	Rotklee			Rotklee		
	Rotklee	Rotklee Wiesen- schweidel	Rotklee Wiesenschwingel/ Wiesenlieschgras	Rotklee	Rotklee Wiesen- schweidel	Rotklee Wiesenschwingel/ Wiesenlieschgras
	unberegnert			beregnert		
1. 1984	329	306	289	357	375	362
1. 1985	252	270	228	479	370	367
1. 1986	339	276	345	446	423	476
1. 1987	343	326	333	392	419	428
Mittel	316	294	299	418	397	408
F-Test, GD 5%	Jahr signifikant 30			Jahr/Wechselwirkung signifikant 69		
2. 1986	295	253	277	452	424	423
2. 1987	368	360	401	383	325	415
2. 1988	343	240	313	460	431	432
Mittel	336	285	330	432	393	424
F-Test, GD 5%	Jahr/Graspartner signifikant 27			Jahr/Graspartner signifikant 27		

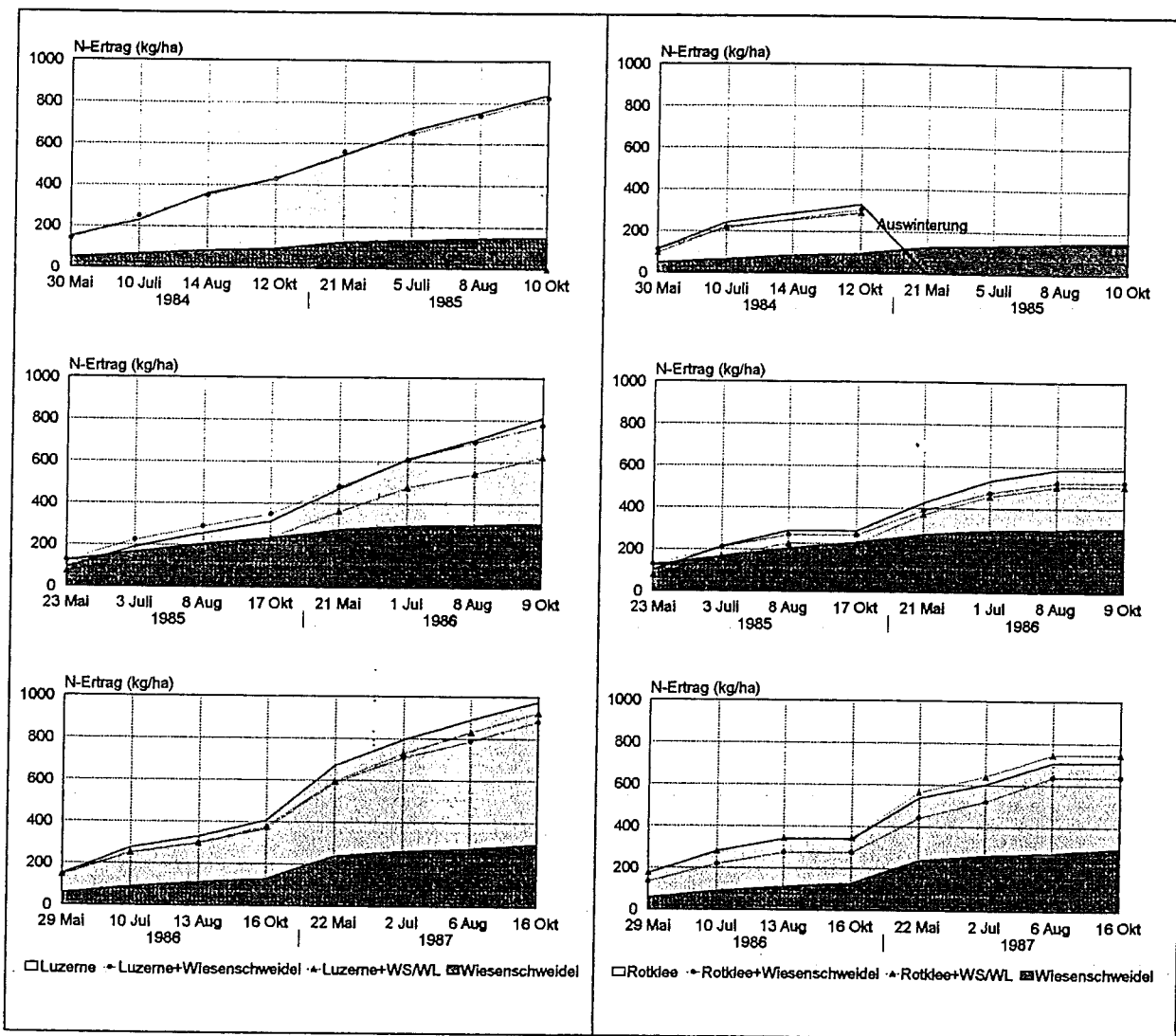


Abb. 1: N-Erträge (kumulativ) von Luzerne und Rotklee und von Leguminosengras mit den Graspartnern Wiesenschweidel und Wiesenschwingel/ Wiesenlieschgras in zwei Hauptnutzungsjahren (1984...1987)

Die in Abbildung 1 als Differenz zwischen den N-Erträgen der Leguminosen und der Referenzfrucht ausgewiesene höhere N-Fixierungsleistung der Luzerne ist mit durch ihre bessere Anpassung an den Standort zu begründen. Mit den Nutzungsjahren nahm die Höhe der fixierten N-Menge zu. Diese Relation wurde maßgeblich durch die starke Abnahme der N-Erträge des Wiesenschweidels im zweiten Nutzungsjahr geprägt. Rotklee vermochte im zweiten Nutzungsjahr geringere N-Mengen zu binden. Das ist auf die geringere Winterfestigkeit des Rotklees und seine geringere Ertragssicherheit im zweiten Nutzungsjahr zurückzuführen. Durch die Beregnung wurden die Trockenmasse- und N-Erträge sowie die N-Fixierungsleistung des Rotklees angehoben, was über die hohen Anforderungen der Rhizobien an die Bodenfeuchtigkeit und die günstigeren Bedingungen für die symbiontische N-Fixierung bei ausreichender Wasserversorgung zu begründen ist (PANNIKOV, 1980). Ähnliche Tendenzen ließen sich für die Gemenge feststellen, wobei aber die N-Erträge häufiger, auch bei hohen Ertragsanteilen der Leguminosen unter denen der reinen Leguminosen verblieben. Auf eine detaillierte Darstellung der Ertragsanteile von Leguminosen und Gräsern sowie der N-Erträge der Komponenten wird an der Stelle verzichtet. Es sei jedoch darauf verwiesen, daß bei stärkerer Graskonkurrenz durch den Wiesenschweidel die N-Erträge der Leguminosenkomponenten gegen-

über denen der Reinsaat und der Gemenge mit Wiesenschwingel/ Wiesenlieschgras stärker abfielen, so in den ersten und zweiten Aufwüchsen der ersten Nutzungsjahre.

Im ersten Nutzungsjahr 1985 bestanden offensichtlich ungünstige Bedingungen für die symbiotische N-Fixierung (Abbildung 1). Das stand in Beziehung zu geringen Ausgangsbestandsdichten der Leguminosen, einer starken Dominanz der Gräser in den ersten beiden Aufwüchsen und hohen N_{\min} -Gehalten im Boden von 5...7 mg 100g⁻¹ Boden ohne Beregnung und von 2...4 mg 100 g⁻¹ unter den beregneten Arealen. Die Rhizobien tolerieren nur geringere N_{\min} -Gehalte im Boden zwischen 0,3 und 2,3 mg 100 g⁻¹ (HÖFLICH 1985).

Bei der Berechnung der Höhe der fixierten N-Menge spielt die zur Bestimmung genutzte Methode eine entscheidende Rolle. Unabhängig von der Methode bleibt aber die Bilanzierung der N-Fixierung und des N-Transfers im Leguminosengras erschwert. Der Grund dafür liegt in der gewissen Unberechenbarkeit der Leguminosen hinsichtlich ihrer Ertragsanteile, der fixierten N-Mengen und der N-Freisetzung durch Exkretion und Mineralisation während der Vegetationsperiode.

4. Schlußfolgerungen und Zusammenfassung

In fünfjährigen Parzellenversuchen erreichte Luzerne im ersten Nutzungsjahr N-Erträge zwischen 315 und 535 kg ha⁻¹ und im zweiten Nutzungsjahr zwischen 410 und 570 kg ha⁻¹. Der geschätzte Anteil des symbiotisch gebundenen Stickstoffs schwankte im ersten Nutzungsjahr zwischen 69 und 78%. Luzernebestände im zweiten Nutzungsjahr erreichten mit 70 bis 86% einen stabileren und höheren Anteil des fixierten Stickstoffs am N-Ertrag. Durch die Beregnung stiegen die N-Erträge im Mittel der ersten Nutzungsjahre um 43 kg ha⁻¹ an, in den zweiten Nutzungsjahren nur noch um 24 kg ha⁻¹. Die N-Erträge von Rotklee erreichten im ersten Nutzungsjahr zwischen 252 und 343 kg ha⁻¹ und im zweiten Nutzungsjahr zwischen 295 und 368 kg ha⁻¹. Bei Rotklee war der fixierte Stickstoff zu 62...71% am N-Ertrag beteiligt. Dieser Anteil stieg durch die Beregnung auf 68 bis 75% an, was für den Standort mit der höheren Ertragssicherheit des Rotklee unter Beregnung zu begründen ist. Die N-Erträge der Leguminosen und ihrer Gemenge wurden signifikant durch die Jahreswitterung beeinflusst. Der Graspartner führte im Vergleich zur reinen Luzerne zu signifikant geringeren N-Erträgen, was für Rotklee eher für die zweiten Nutzungsjahre (Wiesenschweidel) zutraf.

Literatur

- BURITY, H.A., M.A. FARIS und B.E. COULMANN, 1985: Nitrogenase activity of alfalfa grown alone and in mixture with grass under greenhouse conditions. *Can. J. Plant. Sci.* 65, 787-791
- CRAIG DE ANDA, L. und W.J. WIEBOLD, 1981: Nitrogen fixation rates of alfalfa and red clover grown in mixture with grasses. *Agronomy J.* 73, 996-998
- CRUZ, P. und G. LEMAIRE, 1986: Analyse des relations de competition dans une association de luzerne (*Medicago sativa* L.) et de dactyle (*Dactylis glomerata* L.): 2. Effets: Sur la nutrition azotée des deux espèces. *Agronomie* 6, 735-742
- HEICHEL, G.N., C.P. VANCE und D.K. BARNES, 1981: Symbiotic nitrogen fixation of alfalfa, birdsfoot trefoil and red clover. *Sum. of papers of the XIV Int. Grassland Congr.*, Lexington, June 14-24, 148
- HÖFLICH, G., 1983: Die Bedeutung der biologischen Luftstickstoffbindung - Erkenntnisse und Probleme (Übersichtsbeitrag). *Arch. Acker- und Pflanzenbau und Bodenkd.* 27, 675-686
- HÖFLICH, G., 1985: Internationale Erkenntnisse bei der Bereitstellung von Rhizobium-Präparaten. *Arch. Acker- und Pflanzenbau und Bodenkd.* 29, 531-537
- PANNIKOV, W.D. und W.G. MINEJEV, 1980: Boden, Klima, Düngung und Ertrag.-VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin
- STÜLPNAGEL, R., 1982: Schätzung der von Ackerbohnen symbiotisch fixierten Stickstoffmenge im Feldversuch mit der erweiterten Differenzmethode. *Z. Acker- und Pflanzenbau* 151, 446-458
- TA, T.C. und M.A. FARIS, 1987: Species variation in the fixation and transfer of nitrogen from legumes to associated grasses. *Plant and Soil.* 98, 265-274
- TRIMBLE, M.W., D.K. BARNES und G.H. HEICHEL, 1987: Forage yield and nitrogen partitioning responses of alfalfa to two cutting regimes and three soil nitrogen regimes. *Crop Science* 27, 909-914

Silomais-Standraumversuch

von

Karl-Otto Schmitt und Raimund Fisch

Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz
Referat 21 „Pflanzenbau“, Sachgebiet Grünland und Futterbau
Gartenfeldstr. 12 a, 54295 Trier

Problemstellung

Aus der Diskussion um die damaligen uneinheitlichen Aussagen über die Abstände zwischen den Doppelreihen bei der Mais-Doppelreihen-Saat wurde die Idee für diesen Versuch im Jahr 1988 geboren. Die auch bei der Doppelreihenaussaat, dem Knotengitterverfahren aus den USA und dem Breitsaatverfahren zugrunde liegenden gedanklichen Vorteile:

- günstigerer Standraum je Einzelpflanze
- Verbesserung der Ertragssicherheit
- Steigerung der Ernteerträge bei höherer Qualität
- bessere Ausreife
- rascherer Reihenschluß
- schnellere Beschattung
- Verwendung aktueller Aussaatgerätetechnik

spielten bei der Realisierung, von der Planung bis zur Durchführung des Versuches, eine große Rolle. Hierbei stellte sich natürlich auch die Frage, unter welchen produktionstechnischen Voraussetzungen und mit welchen Versuchsergebnissen sind obige Vorteile zu erwarten.

Methoden

Bei der Planung und Anlage des Versuches wurden die vier Varianten der unterschiedlichen Reihenentfernung von 0,75 m bis 0,30 m im jeweils reduzierten Abstand von 0,15 m mit 15, 12 und 10 Pflanzen je m² und einem Abstand in der Reihe von 0,13 m bis 0,33 m nebeneinander gestellt. Bei einem Reihenabstand von 0,30 m und 10 Pflanzen je m² ergibt sich ein quadratischer Verbund für die Einzelpflanze, da sich ein Abstand in der Reihe von 0,33 m errechnet.

Der Versuchsstandort über alle Versuchsjahre liegt 320 m über NN bei 7,9 °C Jahresdurchschnittstemperatur und 740 mm durchschnittlichem Jahresniederschlag. Von Mai bis Juni fallen durchschnittlich bis 180 mm Niederschlag. Für den Silomaisanbau ist dieser Versuchsstandort als Grenzlage anzusehen. Der Anbau von Sorten im FAO-Bereich von 200 (frühe Sorten), lautet die Empfehlung.

Die Aussaat erfolgte mit pneumatischen Maissäggagregaten der Firma Accord Landmaschinenfabrik in Soest.

Die Aussaat erfolgte in den Jahren 1988 - 1991 in Langparzellen. Die Aussaatfläche je Variante hatte eine Breite von 6 m und eine Länge von 280 m. Entsprechend der Reihenbreite wurden entsprechend von 0,75 m Reihentfernung 8 Reihen und bei 0,30 m Reihentfernung 20 Reihen ausgesät. Von 1992 bis 1994 wurden die Varianten als randomisierter Versuch in vierfacher Wiederholung angelegt. Ab 1995 werden die Versuchsvarianten wieder in Langparzellen angelegt.

Ernte

Die Ernte erfolgte unter Benutzung eines reihenunabhängigen Maishäckslers mit aufgebauter elektronischer Wiegeeinrichtung.

Die Bonituren wurden entsprechend des Maisentwicklungsstadiums im Vegetationszeitraum durchgeführt.

Zur Feststellung des Kolbengrünmasseertrages wurden in vierfacher Wiederholung von jeweils 5 m² die Kolben geerntet und gewogen. Nach der maschinellen Zerkleinerung wurden zwei Mischproben gezogen und daraus die Kolbentrockensubstanz bestimmt.

Für die Ermittlung des Gesamtgrünmasseertrages wurde maschinell eine Kernbeerntung vorgenommen. Konkret wurden auf einer abgemessenen Länge von 250 m bei der 0,75 m-Reihentfernung die mittleren vier Reihen, entsprechend bei 0,30 m-Reihentfernung die mittleren 10 Reihen geerntet. Dies entspricht einer Fläche von 750 m².

Im Versuchszeitraum von 1992 - 1994 betrug die Größe der Einzelparzellen 6 m x 15 m je Wiederholung.

Zur TS-Ermittlung der Gesamtpflanze wurde aus dem Häckselstrom je Variante zwei Mischproben gezogen.

Das Ergebnis dieser ersten drei Versuchsjahre von 1988 - 1990 zeigte, daß die Variante mit 0,30 m Reihenabstand und 0,33 m in der Reihe die Variante mit den besten Ertragsresultaten war. Die Versuchsreihe von 1992 - 1996 beschränkte sich auf diese Reihentfernung von 0,30 m zwischen den Reihen und 0,33 m in der Reihe. Desweiteren wurde eine Differenzierung bzw. eine Erweiterung in bezug auf die Sortenfrage vorgenommen. Es wurden in diesem Zeitraum zwei Silomaisarten, -typen geprüft, d. h. es wurde die kolbenbetonte Silomaisart (Facet, FAO 200) mit der massenbetonten Silomaisart (Helix, FAO 210) verglichen.

Ergebnisse

Es wurden über alle Jahre die Prüfmerkmale Grünmasse, Gesamttrockensubstanz, Gesamttrockenmasse, Trockenkolbenanteil, Energiekonzentration und Energieertrag pro Hektar ermittelt. Desweiteren wurden in diesem Standraumversuch die Nmin-Ergebnisse bei einer Probenahmetiefe 0 - 30 cm; 30 - 60 cm; und 60 - 90 cm ermittelt. Die Nmin-Proben wurden vor der Saat und nach der Ernte gezogen. Die Nmin-Proben nach der Saat in den Varianten 0 - 75 cm Reihentfernung und 0 - 30 cm wurden jeweils genau in der Mitte der Maisreihenabstände gezogen.

Das Mittel der Versuchsergebnisse über alle Jahre zeigt, daß die 30 cm Reihentfernung beim Grünmasseertrag, beim Gesamttrockensubstanzgehalt, beim Gesamttrockenmasseertrag und beim Energieertrag höher lag als wie die Kontrolle, die hier mit 75 cm Reihentfernung benannt ist. Der Trockenkolbenanteil liegt im Mittel der Jahre gleich. Dieses Ergebnis kommt zustande durch den niedrigeren Trockenkolbenanteil der 30 cm Reihentfernungsvariante im Jahr 1989 und dem gleichen Trockenkolbenanteil im Jahr 1996.

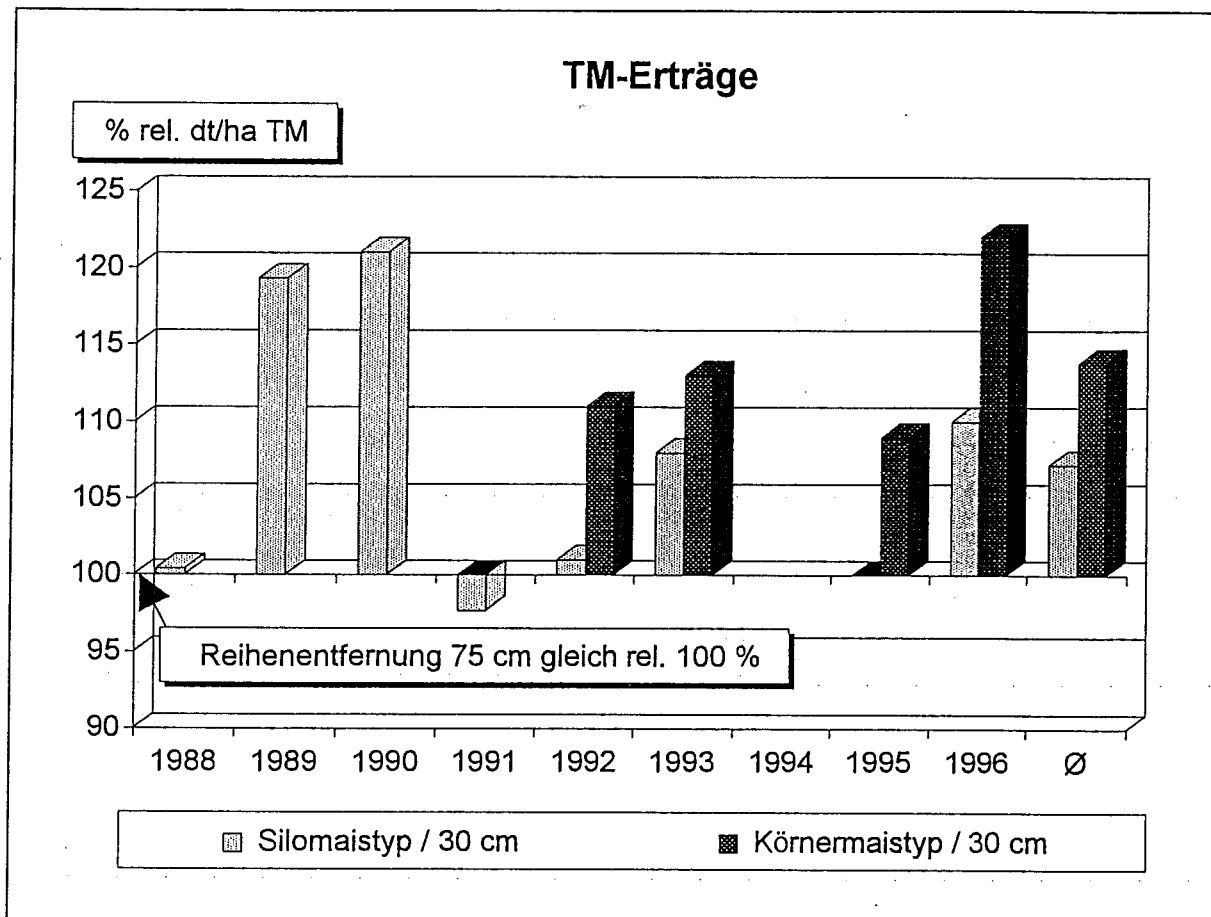


Abb. 1: Trockenmasseerträge 1988 - 1996

N-Entzüge

Bis zum Jahr 1990 wurden auf dem Versuchsbetrieb Stickstoffgaben von weit über 200 kg N/ha dem Silomais gegeben. Aufgrund der ersten Versuchsergebnisse wurden die Stickstoffgaben in den darauffolgenden Jahren reduziert. Ab diesem Zeitpunkt wurden maximal 140 kg N/ha dem Silomais in Form von Gülle (40 m³/ha) gegeben. Zusätzlich wurden nach dem Aufgang im Zweiblattstadium 1 dt Kalkammonsalpeter ausgebracht. Die N_{min}-Proben nach der Ernte zeigen, daß bei der hohen Stickstoffdüngung in den ersten Jahren die N_{min}-Werte bei den 30 cm Reihenabstandsvarianten wesentlich niedriger lagen im Vergleich zu der 75 cm Reihentfernung. Ab dem Jahr 1991 bis 1996 ist der Unterschied der N_{min}-Gehalte nach der Ernte im Boden zwischen den beiden Varianten 75 cm zu 30 cm Reihentfernung geringer.

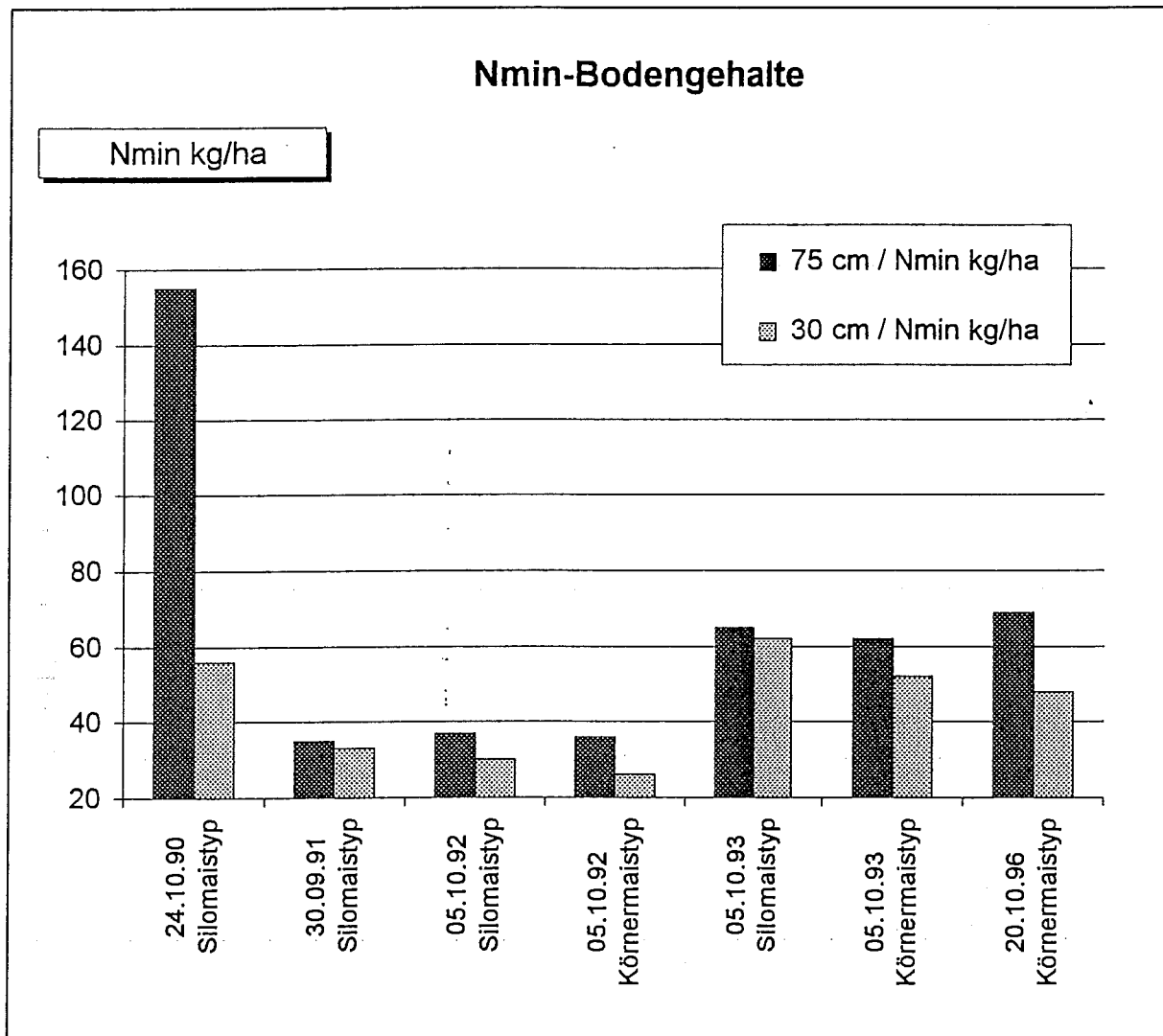


Abb. 2: Nmin-Bodengehalte: Vergleich zur Reihenentfernung mit 75 cm und 30 cm

Resümee

Als Ergebnis der bisher achtjährigen Versuchsergebnisse läßt sich deutlich hervorheben, daß Maisanbau bei 30 cm Reihenabstand und 33 cm der Maispflanzen in der Reihe, die am Anfang des Artikels aufgeführten Thesen erfüllt. Hervorzuheben sind die höheren Erträge im Bezug auf Trockenmasse und Energie und die niedrigeren Nmin-Gehalte nach der Ernte im Boden. Der Maisanbau nach diesem System ist ökonomisch und ökologisch besser. In Rheinland-Pfalz stehen 1997 → 1.000 Hektar Silomais mit dem Reihenabstand von 0,30 m, 10 Pflanzen je m² und 0,33 m in der Reihe.

Leguminosen-Ökotypen in Reinbeständen und in Mischung mit Gräsern - N₂-Fixierung und Stickstoffauswaschung

von

Gabriela Schnotz und Helmut Jacob

Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenbau und Grünland

1. Einleitung und Zielsetzung

Über den quantitativen Beitrag der Leguminosen in extensiv oder unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus genutztem Dauergrünland liegen bislang kaum Erkenntnisse vor. Die für das Intensivgrünland mit Weißklee zu Sache gewonnenen Ergebnisse sind nicht oder nur bedingt übertragbar, da sich das Leguminosen-Artenspektrum unterscheidet, darüber hinaus unter den eingangs erwähnten Bewirtschaftungsbedingungen in aller Regel Ökotypen vorherrschen.

Mit dem im folgenden beschriebenen Vorhaben sollte der oben skizzierten Frage der Fixierungsleistung von Ökotypen unter weniger intensiven Nutzungsbedingungen nachgegangen werden, zugleich sollte geprüft werden, inwieweit fixierter N in Form von Nitrat das Sickerwasser im Boden belasten könnte.

2. Material und Methoden

Im Jahr 1993 wurde Saatgut wild wachsender Typen der Arten *Trifolium pratense* (Wiesenrotklee), *Lotus corniculatus* (Hornklee) und *Onobrychis viciifolia* (Esparsette) in der näheren Umgebung Hohenheims gesammelt. Im Herbst 1994 wurden auf der Versuchsstation für Pflanzenbau und Pflanzenschutz der Universität Hohenheim, "Ihinger Hof" (mittl. Jahrestemp. 7,8°C, mittl. Jahresniederschläge 681 mm), in einer Freiland-Lysimeteranlage (Kunststoffbehälter, Höhe 52 cm, ϕ 37 cm) verschiedene Klee-Gras-Mischungen und Reinbestände etabliert.

Varianten

Variante Bestandsform

- V1: Reinbestand Gramineen (Ansaat 20 kg/ha), *Phleum pratense* + *Festuca pratensis*)
- V2: Reinbestand Leguminose (6 Pflanzen je Gefäß)
- V3: Mischung 4 Leguminosenpflanzen im Gramineenbestand je Gefäß
- V4: Mischung 2 Leguminosenpflanzen im Gramineenbestand je Gefäß

Untervariante Leguminosenart

TP	Rotklee	<i>Trifolium pratense</i>
LC	Hornklee	<i>Lotus corniculatus</i>
OV	Esparsette	<i>Onobrychis viciifolia</i>

Erfasste Parameter

1. TM-Ertrag (2 Nutzungen), getrennt nach Einzelkomponenten
2. N-Gehalte mittels Elementaranalysator (ROBOPREP CN) und ¹⁵N-Gehalte mit einem nachgeschalteten Massenspektrometer (ANCA MS, beides Fa. EUROPA SCIENTIFIC)
3. Schätzung der N₂-Fixierungsleistung mit Hilfe der ¹⁵N-Verdünnungsmethode
4. Nitratgehalte im Sickerwasser mittels FIA (Fließinjektionsanalyse)

Als N-Dünger wurde $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ mit einer Anreicherung von 95% ^{15}N gewählt, die Markierung erfolgte mit einer Gabe von 1,2 g N/Gefäß (entspricht 1,1 kg N/ha). Der Dünger wurde in Wasser gelöst und mit der Pipette zur Hälfte in 3 cm, zur Hälfte in 6 cm Bodentiefe ausgebracht. Die Entnahme des Pflanzenmaterials erfolgte mit einer Rasenkantenschere (Stoppelhöhe 5 cm), bei den Mischungen wurden Leguminosen und Gramineen von Hand separiert und getrennt zur Aufarbeitung und Analyse weitergeleitet. Die N-Analysen und Bestimmungen der ^{15}N -Gehalte des Pflanzenmaterials erfolgte am Lehrstuhl für Pflanzenernährung der TU München-Weihenstephan.

3. Ergebnisse

3.1 TM-Erträge

Wie Abb. 1 erkennen läßt, sind die TM-Erträge in beiden Beobachtungsjahren im Gräser-Reinbestand stets am niedrigsten. Zudem tritt im 2. Jahr ein nachhaltiger Ertragsrückgang ein. Bei den TP- und LC-Beständen ist Ähnliches nur angedeutet, bei OV steigt der TM-Ertrag im Reinbestand auf mehr als das Dreifache an. In den Gräser-Leguminosen-Gemischen nimmt der Anteil der Leguminosen am Gesamtertrag im 2. Beobachtungsjahr generell zu, wobei sich die Gesamterträge nur bei OV nachhaltig (ca. auf das Doppelte) erhöhen. Der in V3 bzw. V4 vorgegebene Leguminosenanteil am Bestand übt im 1. Jahr nur einen geringen, im 2. jedoch einen deutlichen Einfluß auf den Gesamtertrag aus.

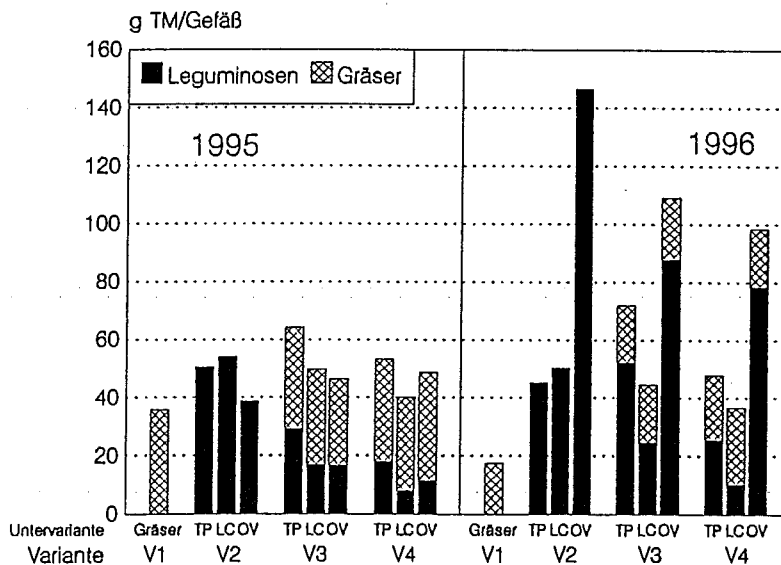


Abb. 1: Jahres-TM-Erträge 1995 und 1996 in g TM/Gefäß

3.2 Prozentuale N_2 -Fixierung der Leguminosenarten

Der prozentuale Anteil symbiotisch fixierten Stickstoffs ist bei allen Leguminosenarten im Reinbestand (V2) in jedem Fall hochsignifikant niedriger als in den Mischungen (Abb. 2), liegt aber auch hierbei um oder sogar über 80%. Der jeweilige Anteil der Leguminosen am Bestand (V3, V4) hat auf die Fixierungsrate keinerlei Einfluß. Ein leichter Rückgang der Fixierungsrate tritt bei OV im 2. Beobachtungsjahr zutage, der vermutlich auf verstärkte N-Akkumulation im Boden als Folge der eingetretenen Dominanz der hochwüchsigen Leguminose und damit einer Unterdrückung der Nitrogenaseaktivität zurückzuführen ist.

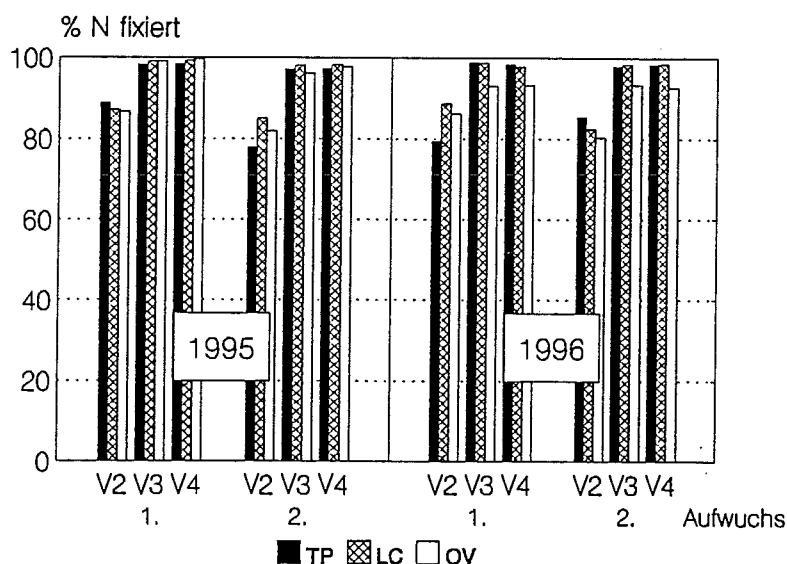


Abb. 2: Prozentuale Stickstoff-Fixierung der Leguminosenarten in verschiedenen Bestandsformen

3.3 Gesamt-N-Mengen in der oberirdischen Pflanzensubstanz

Sowohl die N-Entzüge als auch die N-Mengen aus der symbiotischen N_2 -Fixierung (Tab. 1) sind bei den Leguminosen-Reinbeständen stets am höchsten. Die entwicklungsbedingte Zunahme der Leguminosenanteile in den Mischungen im 2. Jahr schlagen sich in höheren N-Anteilen aus der Symbiose am insgesamt in der oberirdischen Pflanzenmasse gebundenen N nieder (im 1. Jahr im Mittel ca. 60%, im 2. Jahr 80% symbiotisch fixierter N).

Tab. 1.: Gesamt-N-Mengen ($N_{ges.}$) in der erntbaren Pflanzensubstanz und N-Mengen aus der symbiotischen N_2 -Fixierung ($N_{fix.}$) in mg N/Gefäß

		Reinbestände				Klee-Gras-Mischungen			
		V1		V2		V3		V4	
		$N_{ges.}$	$N_{fix.}$	$N_{ges.}$	$N_{fix.}$	$N_{ges.}$	$N_{fix.}$	$N_{ges.}$	$N_{fix.}$
1995	Gräser	307	0						
	TP			1408	1204	966	606	683	399
	LC			1275	1101	829	588	585	275
	OV			1140	1005	777	384	606	329
1996	Gräser	266	0						
	TP			1350	1156	1639	344	1065	765
	LC			1464	1257	967	661	604	311
	OV			3364	3119	2254	1927	2001	1720

3.4 Nitratkonzentration im Sickerwasser

Die Nitratgehalte im Sickerwasser wurden über die Pflanzenarten gemittelt dargestellt (Abb.3), da bis zum Ende des 2. Beobachtungsjahres kaum signifikante Unterschiede zwi-

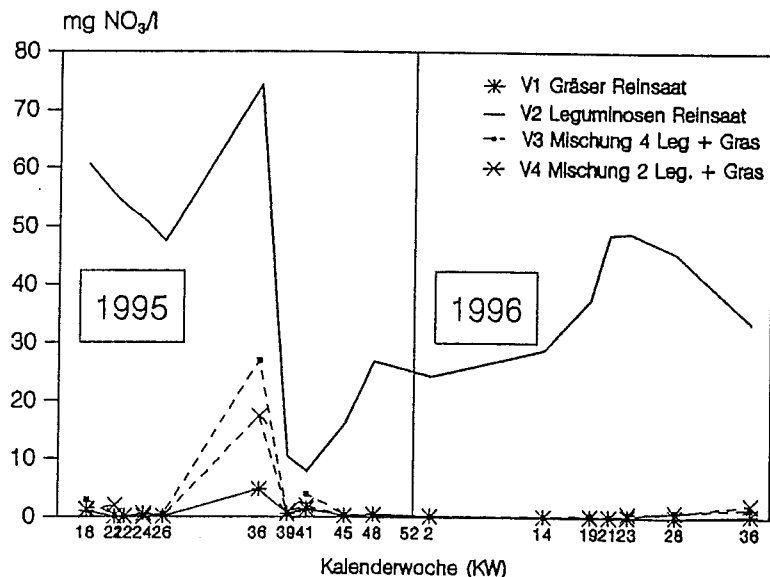


Abb. 3: Nitratgehalte im Sickerwasser unter verschiedenen Bestandstypen gemittelt über die Leguminosenarten im Verlauf von 2 Beobachtungsjahren

schen den Leguminosenarten nachzuweisen waren. Im Frühjahr des 1. Beobachtungsjahres ergaben sich in den Leguminosenreinbeständen Nitratkonzentrationen von über 50 mg/l, in allen anderen Varianten von deutlich unter 10 mg/l. Bei V2 lagen die Nitratkonzentrationen bis zum Herbst des 2. Jahres eindeutig höher als in V3 oder V4, überstiegen aber nur zu einem Zeitpunkt den Grenzwert für Trinkwasser von 50 mg/l. Zwischen V1 (Gräser-Reinbestand), V3 (hoher Leguminosenanteil) und V4 (halbierter Leguminosenanteil) waren im NO₃-Gehalt des Sickerwassers mit einer Ausnahme (KW 36, 1995) keine Unterschiede nachweisbar; die Nitratkonzentrationen lagen nahe null.

4. Zusammenfassung und Schlußfolgerung

Die prozentualen Fixierungsleistungen aller geprüften Leguminosen liegen im Reinbestand stets signifikant niedriger als in der Mischung mit Gräsern. In den Leguminosen-Gräser-Mischungen hatte der Leguminosenanteil keinen Einfluß auf die relative Fixierungsleistung. Die Nitratgehalte im Sickerwasser waren unter den Klee-Gras-Mischungen wie auch unter den Gras-Reinbeständen generell gering, bei den Leguminosen-Reinbeständen lagen sie auch während der Vegetationszeit allerdings deutlich höher. Mithin ist in Klee-Gras-Grünlandbeständen weniger intensiver Nutzungsformen (2- oder 3-Schnittwiese) selbst bei hohem Leguminosenanteil keine Belastung des Grundwassers mit Nitrat zu erwarten, da die Gräser den freiwerdenden N nutzen können. Das System Boden - Pflanze reagiert anscheinend rasch auf Änderung der äußeren Einflüsse (z.B. Bestandszusammensetzung) mit einer Änderung der N₂-Fixierung (SCHNOTZ, 1995; SCHMIDTKE und RAUBER, 1993), wie sich bei der Art OV im 2. Jahr zeigt, so daß umweltrelevante N-Überschüsse kaum zu erwarten sind.

5. Literatur

- SCHNOTZ, G. (1995) Stickstoff-Fixierungsvermögen mehrjähriger Leguminosen des Dauergrünlandes. Diss. Univ. Hohenheim, Verlag Ulrich E. Grauer, Stuttgart
- SCHMIDTKE, K. und R. RAUBER (1993): Einfluß des Rotkleeanteils in Rotklee-Gras-Gemengen auf Stickstofffixierung und N-Fractionen im Boden. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. Gießen 6, S. 13-16

Kontinuierliche Messung des CO₂-Gaswechsels, der ¹³C-Diskriminierung und der C-Allokation in Pflanzenbeständen

Charakterisierung einer Versuchsanlage

Hans Schnyder, Thomas Gebbing,
Rudi Schäufele und Markus Lötscher

Lehrstuhl für Grünlandlehre, Technische Universität München,
85350 Freising-Weihenstephan

Bis jetzt war es nicht möglich, in Grünlandbeständen die Assimilationsleistung einzelner Individuen störungsfrei zu messen und die Allokation und Nutzung der Assimilationsprodukte zu quantifizieren. Mit der Entwicklung einer einzigartigen CO₂-Gaswechsel- und Isotopenmarkierungsanlage (Abb 1), in Verbindung mit Respirationskammern, wird es möglich sein, die Assimilationsleistung einzelner Individuen eines Bestandes zu bestimmen und quantitative Aussagen über die Stoffaneignung und -allokation zu machen. Erste Ergebnisse einer in der Versuchsanlage durchgeführten Gaswechsellmessung mit CO₂ bekannter Isotopie sind in Abb. 2 und 3 dargestellt.

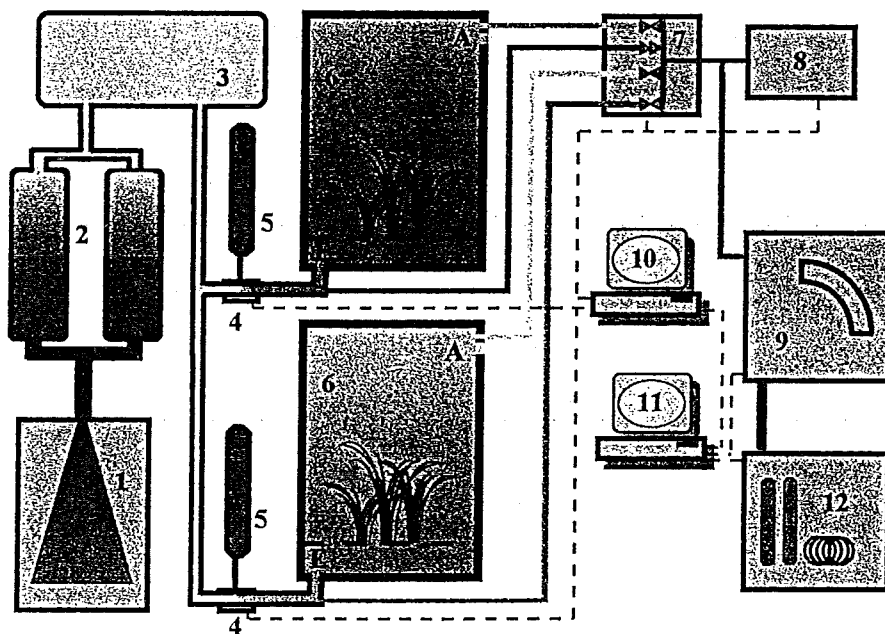


Abb. 1 Umgebungsluft wird vom Kompressor (1) angesaugt, verdichtet und an den Adsorbti-onstrockner (2) weitergeleitet. Im Trockner wird der Luft das H₂O und CO₂ (Rest-CO₂ max. 5 ppm) entzogen. Über den Druckluftbehälter (3) gelangt die Luft in die Gasmischanlage (4), wird dort mit CO₂ bekannter Isotopie (5) auf eine definierte CO₂ Konzentration angereichert und in die Phytotrone (6) geleitet. Meßluft wird am Eingang (E) und Ausgang (A) der Phytotrone abgezogen und über den Meßgasselektor (7) an den CO₂/H₂O-Analysator (8) und an den Massenspektrometer (9) weitergeleitet. Die Zentrale Steuereinheit (10) reguliert die Luftflüsse, nimmt kontinuierlich die Daten der Ein- und Ausgangskonzentrationen auf und verrechnet sie zu Photosynthese- und Respirationsraten. Der Rechner (11) steuert den Massenspektrometer und den Elementaranalysator (12).

Die dargestellte Anlage gestattet störungsfreie, kontinuierliche Messungen der Photosynthese und Respiration von Modellbeständen beliebiger Zusammensetzung oder von gewachsenen Pflanzenbeständen, die vom Feld in die Anlage gebracht werden.

Der CO₂-Gaswechsel wird über kontinuierliche Messung des Luftstroms und der CO₂-Konzentration am Eingang bzw. am Ausgang der Phytotrone erfaßt. Mit diesen Daten kann eine Wachstumsanalyse mit hoher zeitlicher Auflösung ohne destruktive Ernte durchgeführt werden.

Es wird CO₂ mit bekannter ¹³CO₂/¹²CO₂ Zusammensetzung (Delta) eingesetzt. Die Pflanzen nehmen das ¹²CO₂ relativ zum ¹³CO₂ bevorzugt auf (¹³C Diskriminierung). Die Diskriminierung ist z. B. ein Maß für die Wassernutzungseffizienz und wird kontinuierlich erfaßt.

Nach Wechsel der Isotopie des angebotenen CO₂ kann der aktuell assimilierte Kohlenstoff (C) in Einzelpflanzen und im Bestand verfolgt werden. Auf diese Weise kann z. B. die Bedeutung von Reserve-C für den Wiederaustrieb nach Entblätterung quantitativ bestimmt werden. Für die Analyse des C-Gehalts und der C-isotopischen Zusammensetzung des Pflanzenmaterials ist ein Massenspektrometer an den Elementaranalysator angeschlossen.

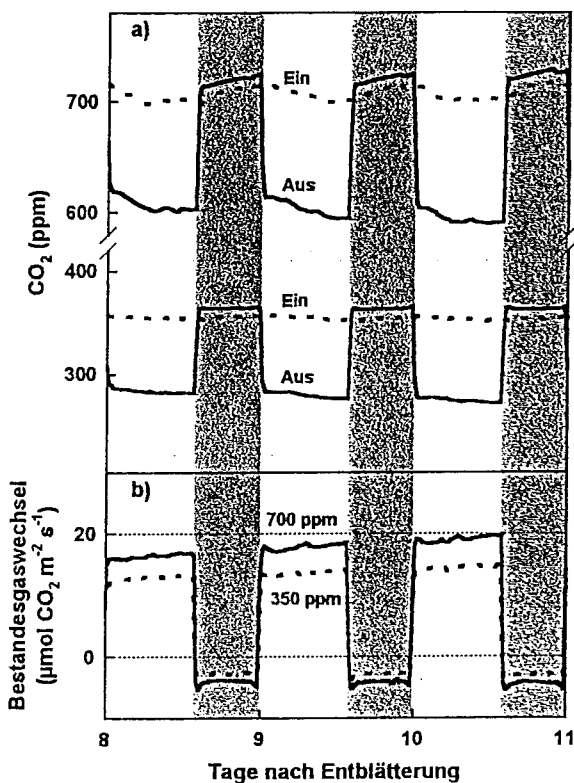


Abb. 2 Einfluß des CO₂-Angebots (350 und 700 ppm) auf Photosynthese und Respiration eines *Lolium perenne*-Bestandes 8 bis 11 Tage nach einer Entblätterung. a) CO₂ am Ein- und Ausgang der Phytotrone, b) Bestandegaswechsel bei 350 und 700 ppm.

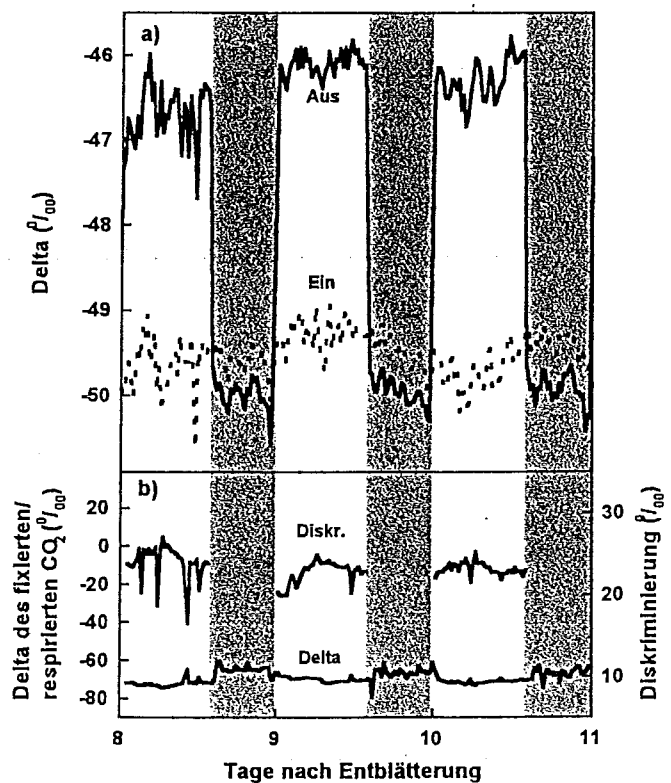


Abb. 3 a) Delta am Ein- und Ausgang der Phytotrone und b) Delta des fixierten bzw. respirierten CO₂ sowie ¹³C-Diskriminierung eines *Lolium perenne*-Bestandes bei 700 ppm CO₂.

Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Tierhaltung und Grünlandwirtschaft Spitalhof Kempten

Bodennahe Gülleausbringung auf Grünland

von Rainer Schröpel

1. Einleitung und Problemstellung

Seit einigen Jahren wird die Frage der Verminderung der Ammoniak-Verluste im Zusammenhang mit der Ausbringung von Gülle sehr stark diskutiert. Ursache für diese Entwicklung ist die zunehmende Beachtung der Umweltaspekte.

Für die Landwirte gilt der Zusatz von Wasser zur Gülle seit Jahrzehnten als bewährtes Mittel zur Verbesserung der Fließeigenschaften und infolge die Bindung des Ammoniaks an Wasser zur Verminderung der gasförmigen Stickstoff-Verluste.

In den vergangenen Jahren wurden von der Landmaschinenindustrie innovative Verteiltechniken entwickelt, z.B. Schleppschläuche, Schleppschuhe, Schlitzgeräte u.a. die zur Verminderung der NH_3 -Verluste während und nach der Applikation von Gülle beitragen sollen.

Die Anwendung dieser Geräte auf einer Grünlandnarbe ist nicht unumstritten. So wird befürchtet, daß beim Einschlitzen der Gülle die Grasnarbe zerstört wird, oder daß bodennah ausgebrachte Güllebänder die Gräser verätzen und bei ungenügender Verrottung das Futter verschmutzen könnten. Über die Auswirkung bodennaher Gülleausbringung auf die Schmackhaftigkeit des Futters liegen bislang noch keine Erkenntnisse vor.

2. Versuchsbeschreibung:

Standort: Kempten

Naturraum: Allgäuer Hügelland

Boden: Parabraunerde aus würmeiszeitlicher Moräne

Grünlandnarbe: Weidelgras - Weißkleeweide

Varianten: HD = Handelsdünger

Streifen = Gülle streifenförmig, (Schleppschlauch)

Prallkopf = Gülle, Prallkopfverteilung

3 Düngergaben und 3 Beweidungen pro Jahr; 2 weitere Schnittnutzungen wurden nicht bewertet

Parzellengröße: 187,5 qm, 2 Wiederholungen

Versuchsdauer: 3 Jahre

Bei „Weidereife“ des Pflanzenbestandes wurden jeweils 6 trockenstehende Kühe in die Versuchsweide eingetrieben. Während der ca. 2-tägigen Weidezeit konnten die Kühe das Futter der unterschiedlich gedüngten Varianten frei auswählen.

Zur Feststellung der Schmackhaftigkeit des Futters wurden 2 verschiedene Methoden angewendet:

- Feststellung des prozentualen Weiderestes durch Probeschnitte vor und nach der Beweidung
- Tierbeobachtung in 4 zweistündigen Perioden auf die Weidezeit verteilt.

3. Ergebnisse

Tab. 1: Durchschnittlich ausgebrachte Güllemengen pro Jahr

Variante	Güllemenge cbm/ha
Streifen	30,4
Prallkopf	27,5

Tab. 2: Inhaltsstoffe der Gülle (Durchschnittswerte)

TS	%	3,4
Ges-N	kg/cbm	1,8
NH ₄ -N	kg/cbm	0,9
P ₂ O ₅	kg/cbm	0,8
K ₂ O	kg/cbm	2,9

Tab. 3: Futteraufwuchs, Weideverzehr und Weiderest im Durchschnitt der Jahre und Beweidungen

Variante	Aufwuchs	Verzehr dt TM/ha	Weiderest in %
Streifen	29,7	20,5	26,5
Prallkopf	28,5	21,8	23,9
HD	29,9	21,8	27,4
GD 5%	4,3	3,8	6,6

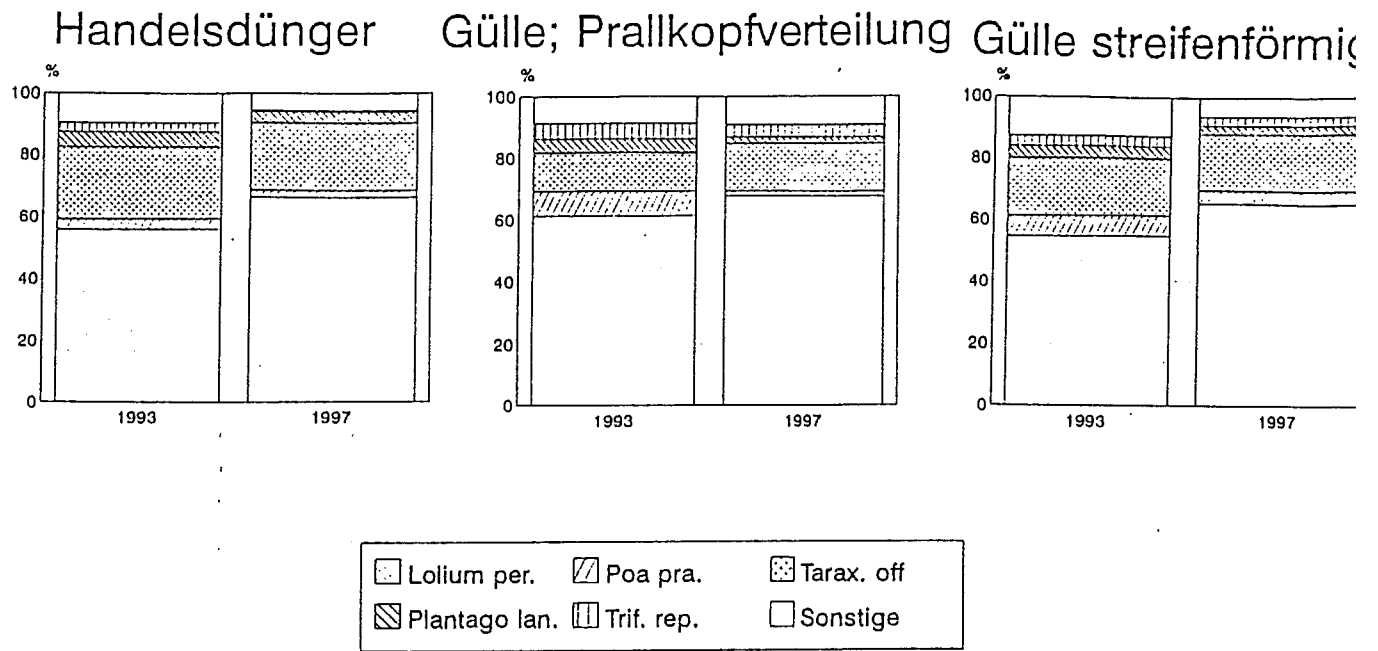


Abb. 1: Entwicklung des Pflanzenbestandes

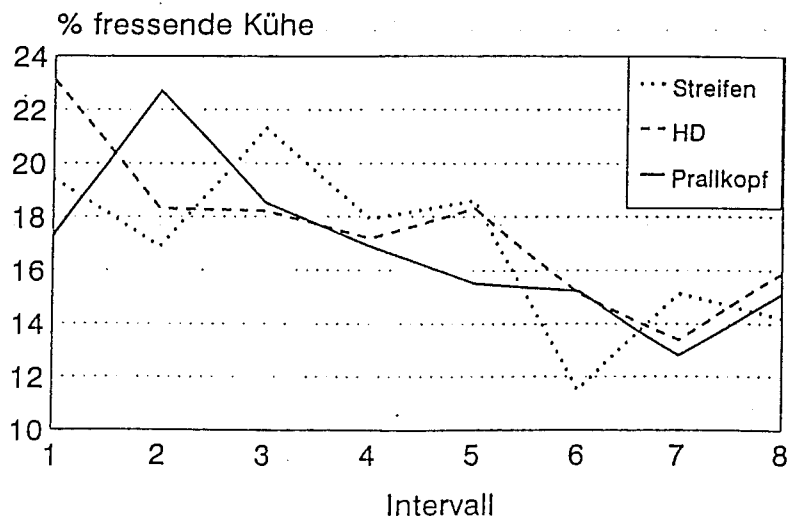


Abb. 2: Auswertung der Tierbeobachtung: Anzahl der fressenden im Verhältnis zu den aufgetriebenen Kühen im Durchschnitt von 8 2-stündigen Intervallen während der 2-tägigen Weidezeit

4. Wertung der Ergebnisse

1) In allen Varianten der Gülleausbringung und auch bei der Handelsdünger-Parzelle wurden im Durchschnitt der Jahre vergleichbare Erträge erzielt. Die gute Ausnutzung des Güllestickstoffes bei langjähriger Güllendüngung wurde auf unserem Standort wiederholt beobachtet. Die geringen Unterschiede der Erträge bei den verschiedenen Gülleverteilsystemen deuten darauf hin, daß bei gutem Gülle-Management und Güllerverdünnung die bodennahe, streifenförmige Ausbringung ertraglich keine Vorteile bringt.

2) Verätzungen des Pflanzenbestandes infolge der streifenförmigen Ablage der Gülle wurden während der Versuchsdauer nicht beobachtet.

Dementsprechend wurde der Pflanzenbestand von der Verteiltechnik der Gülle nur wenig beeinflusst. Auf allen Varianten stieg der Anteil von *Lolium perenne* als Leitgras an, bei Handelsdünger auf Kosten von *Trifolium repens* und sonstiger Arten, bei streifenförmiger Gülleablage auf Kosten sonstiger Arten und bei Prallkopfverteilung vor allem auf Kosten von *Poa pratensis*. Insgesamt war mit der Versuchsdurchführung eine Intensivierung der Grünlandnutzung verbunden. Die Verringerung von *Trifolium repens* in der Handelsdünger-Parzelle ist erklärbar mit dem schnellen Gräserwachstum bei hohen Nitratgehalten in der Bodenlösung.

3) Die unterschiedliche Applikation der Gülle und auch der zum Vergleich eingesetzte Handelsdünger wirkten sich in unserem Versuch kaum auf die Schmackhaftigkeit des Futters aus. Alle Werte lagen innerhalb der Fehlergrenze. Erstaunlicherweise wurden die mit Handelsdünger versorgten und damit nicht verschmutzten Weiden nicht bevorzugt. Offensichtlich hat die - regional übliche - Verdünnung der Gülle und die Begüllung der Weiden unmittelbar nach dem Abräumen des vorangegangenen Aufwuchses das Abfließen der Gülle von den Stoppeln und das Eindringen in den Boden begünstigt. Dadurch wurde die Verschmutzung und damit die Beeinträchtigung der Schmackhaftigkeit des Futters gering gehalten.

Räumliche Heterogenität im N-Haushalt einer extensiv genutzten, hängigen Weide

Ulrike Schütz und H. Schnyder

TU-München, Lehrstuhl für Grünlandlehre, 85350 Freising-Weihenstephan

Einleitung

Auf einer extensiv bewirtschafteten Weide ist die Vegetation abhängig von der Nährstoffrückfuhr durch das weidende Tier. In dieser Arbeit wurde untersucht, inwieweit das Relief der Weide einen Einfluß auf das Verhalten der Tiere und somit auf die Exkrementverteilung auf der Fläche hat. Die daraus resultierende klein- und großräumige Heterogenität im N-Status der Vegetation und des Bodens wurde beschrieben.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden auf einer 0,64 ha großen, nach Norden hängigen Umtriebsweide auf dem Gelände der Versuchstation Klostersgut Scheyern durchgeführt. Während einer Weideperiode (31.5. - 2.6. 1996) wurden durch durchgehende Beobachtung der Weidetiere alle Exkrementstellen erfaßt und mit Hilfe eines elektronischen Theodoliten eingemessen. An 120 Teilschnittflächen (TSF) à 2 m² wurde die Biomasse im Folgeaufwuchs erhoben. Zusätzlich wurde die Größe von 20 Harnstellen mittels eines abgewandelten Bodentests zur Ammoniumbestimmung erfaßt und die Biomasse auf diesen Harnstellen im Folgeaufwuchs gesondert beprobt. In der Biomasse und in 64 über die Fläche verteilten Bodenproben (0-5 cm Tiefe) wurde der N-Gehalt bestimmt.

Ergebnisse

Relief und Exkrementverteilung

Der südliche, höher gelegene Teil der Weide ist nur schwach geneigt (Hangneigung zwischen 3,5 % und 10 %) und wird von den Tieren als bevorzugter Lagerbereich benutzt (Abb. 1). Es kommt hier zu den höchsten Exkrementdichten bis zu 0,55 Exkremente pro m². Im steileren, unteren Hangbereich wurden bei Hangneigungen bis zu 29 % z.T. nur Dichten von 0,02 Exkrementen pro m² gefunden.

In Abbildung 2 ist der Flächenanteil dargestellt, der jeder Exkrementstelle auf dem Hang zugeordnet werden kann. Dieser entspricht dem reziproken Wert der Dichte.

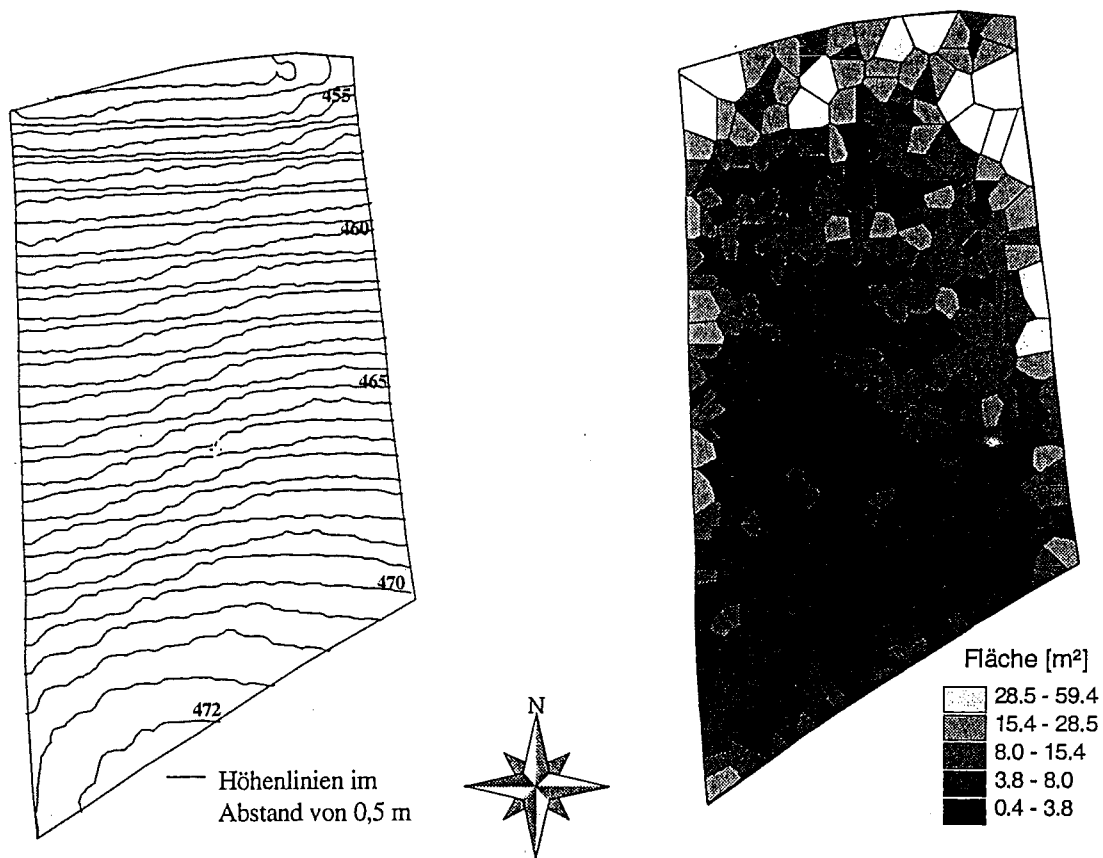


Abb.1: Relief der Weide

Abb. 2: Exkrementdichte des 1. Aufwuchses 1996.
Die Polygone geben den jeder Exkrement-
stelle zugeordneten Flächenanteil wieder.

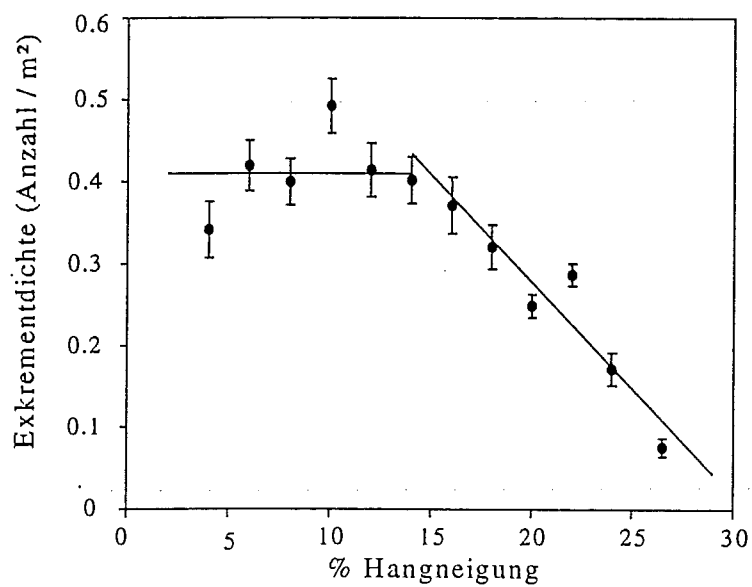


Abb. 3: Abhängigkeit der Exkrementdichte von der Hangneigung
(Mittelwerte von Hangneigungsklassen; +/- 1 mF)

Ab einer Hangneigung von ca. 15 % zeigt das Relief einen deutlichen Einfluß auf die Exkrementverteilung (Abb. 3). Aber auch das heterogene Futterangebot auf der Fläche (Abb. 4) hat Auswirkungen auf die Exkrementverteilung, da die Tiere unterschiedlich lange zum Fressen verweilen.

Biomasseverteilung und N-Gehalt im Boden

Die Biomasseverteilung auf der Fläche (Abb. 4) und der N-Gehalt im Boden (Abb. 5) zeigen das gleiche "Muster" wie die Exkrementverteilung, mit höheren Werten im südlichen Lagerbereich. Jahrelange Weidewirtschaft beeinflusst die N-Verteilung im Boden und somit auch die heterogene Biomasseproduktion auf der Fläche.

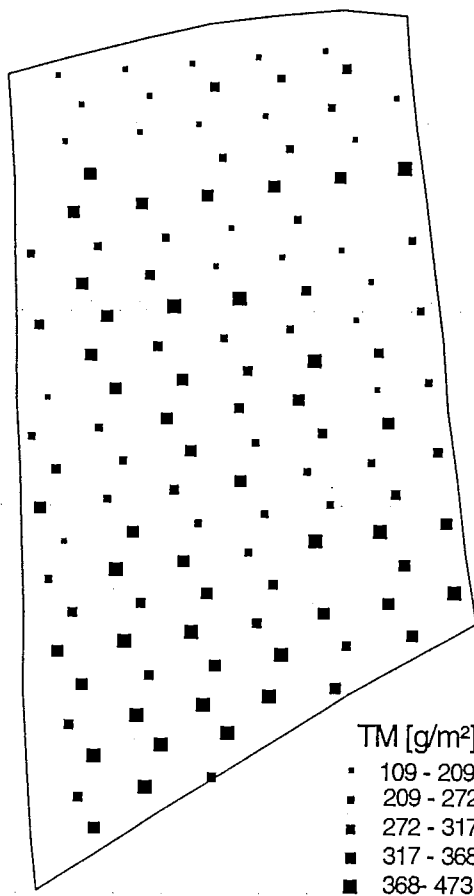


Abb. 4: Biomasseverteilung (g TM /m²)
im 2.Aufwuchs 1996

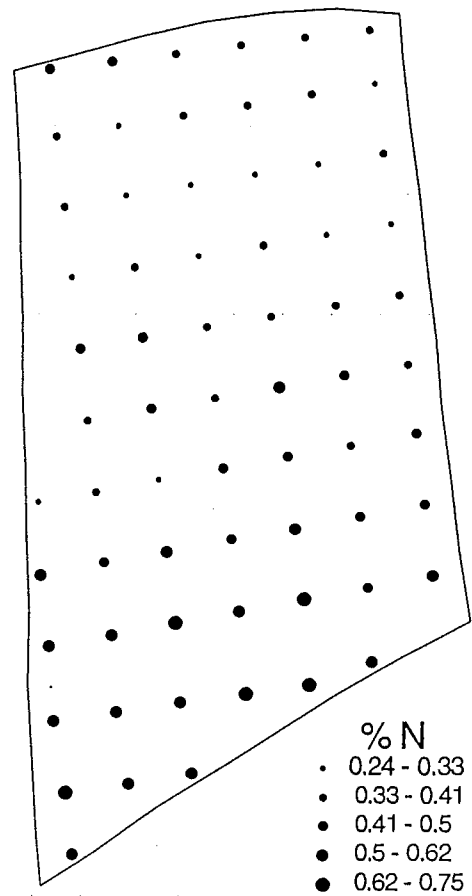


Abb. 5: N-Gehalt des Bodens
in 0 - 5 cm Tiefe

N-Status der Vegetation

In Abbildung 6 ist der N-Gehalt der Vegetation von 120 TSF (Schnittmuster siehe Abb. 4) sowie von 20 separat untersuchten Harnstellen in verschiedenen Weidebereichen der Kurve für den kritischen N-Gehalt gegenüber gestellt. Der kritische N-Gehalt gibt den minimalen, prozentualen N-Gehalt in der Biomasse an, der bei gegebener Biomasse eine maximale Zuwachsrates erlaubt (GREENWOOD ET AL. 1991).

Die Ergebnisse zeigen, daß das Wachstum der Weidevegetation in allen Bereichen mit Ausnahme der Harnstellen N-limitiert war. Harnstellen wiesen dagegen eine N-Übersorgung von im Mittel 33% und maximal 50% auf. Die Exkrementstellen bedeckten pro Beweidung nur ca. 2 % der Gesamtfläche, produzierten jedoch 5 % der Gesamtbiomasse.

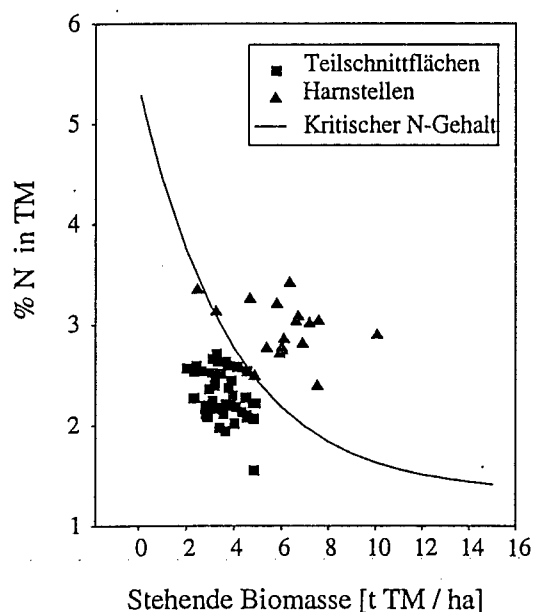


Abb. 6: Kritischer N-Gehalt

Zusammenfassung

Extensiv bewirtschaftete Weidevegetation ist von einer stark heterogenen Nährstoffrückfuhr durch die Weidetiere geprägt. Die Exkrementverteilung wird über das Verhalten der Weidetiere vom Relief beeinflusst und bewirkt große räumliche Unterschiede in der Biomasseproduktion und im N-Status der Vegetation. Diese Unterschiede treten sowohl kleinräumig zwischen Exkrementstellen und von Exkrementen unbeeinflusster Vegetation auf, als auch großräumig zwischen nährstoffreicheren und ausgehagerten Bereichen der Weide, die infolge jahrelanger Weidewirtschaft entstanden sind. Auf allen Flächen der Weide, die in der vorangegangenen Beweidung nicht direkt von Exkrementen betroffen waren, war die Vegetation N-limitiert, selbst wenn sie im verhältnismäßig nährstoffreichen Lagerbereich beprobt wurde.

Literatur

- Greenwood, D. J., Gastal, F., Lemaire, G., Draycott, A., Millard, P. and Neeteson, J. J. (1991) Growth Rate and % N of Field Grown Crops: Theory and Experiments. *Annals of Botany* 67, 181 - 190

Bestandesstruktur und vertikale N-Verteilung in Weidebeständen

Katharina Stroh, M. Lötcher und H. Schnyder

Lehrstuhl für Grünlandlehre, Technische Universität München,
85350 Freising-Weihenstephan

Einleitung

Das in einen Pflanzenbestand einfallende Licht wird von den Blättern absorbiert und nimmt daher im Bestand von oben nach unten ab. Blätter sind also je nach ihrer vertikalen Position unterschiedlichen Lichtintensitäten ausgesetzt. Die Photosyntheseleistung eines Blattes steigt jedoch mit zunehmendem Lichtgenuß und mit zunehmendem N-Gehalt. Es wird daher angenommen, daß die Bestandesphotosynthese maximiert wird, indem der N in die oberen, belichteten Bestandesschichten umverteilt wird.

Extensiv genutzte Weidevegetation ist durch eine stark heterogene N-Versorgung gekennzeichnet, da die Harnabgabe durch die Weidetiere punktuell erfolgt. Es ist anzunehmen, daß das hohe N-Angebot auf Harnstellen einen Einfluß auf die Bestandesstruktur und den Lichtgradienten und infolgedessen auch auf den N-Gradienten hat.

Fragestellungen

- Wie unterscheiden sich Bestände auf Harn- und Nicht-Harnstellen hinsichtlich ihrer Bestandesstruktur?
- Welche Parameter beeinflussen die Ausbildung des N-Gradienten in Weidevegetation?

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden auf einer Weidefläche der Versuchsstation Kloostergut Scheyern durchgeführt. In Beständen auf Harn- und Nicht-Harnstellen wurden am Ende von drei aufeinanderfolgenden Aufwüchsen die Licht-, Biomasse-, Blattflächen- und N-Verteilung gemessen. Zudem wurde die Artenzusammensetzung aufgenommen.



Abb. 1: Lichtmessung in mehreren Bestandesschichten einer Harnstelle.

Ergebnisse

Über die drei Aufwüchse nahm der Gräseranteil ab, der Kräuter- und Leguminosenanteil zu (Abb. 2). Harn- und Nicht-Harnstellen unterschieden sich nicht in ihrer Artenzusammensetzung.

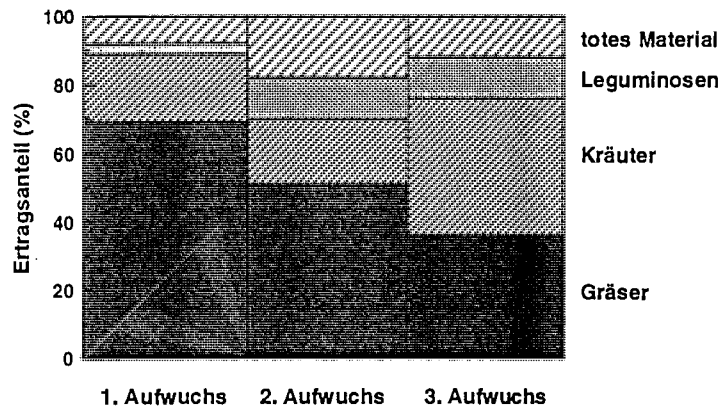


Abb. 2: Anteil der Artengruppen an der Biomasse in den drei Aufwüchsen. Bestände auf Harn- und Nicht-Harnstellen gemittelt.

Durch eine Harnzufuhr wuchsen die Bestände höher auf und bildeten mehr Blattfläche (Abb. 3) und Biomasse. Das Verhältnis von Blattfläche zu Biomasse (Leaf Area Ratio, LAR; m^2 Blattfläche / g Sproß-TS) änderte sich infolge der Harnzufuhr nicht. Das LAR nahm jedoch vom ersten zum dritten Aufwuchs hin zu (Abb. 3).

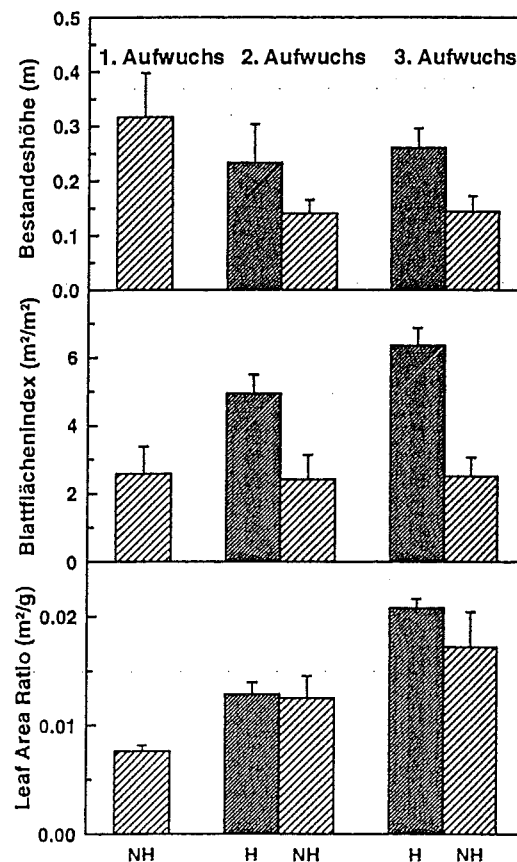


Abb. 3: Parameter der Bestandesstruktur in Abhängigkeit von Harnzufuhr und Aufwuchs (H: Harnstelle; NH: Nicht-Harnstelle; Mittelwert + mF; $n = 3$). Im ersten Aufwuchs gab es keine Harnstelle.

Im ersten Aufwuchs wurde N in die oberen, stärker belichteten Bestandesschichten verlagert (Abb. 4). Im zweiten und dritten Aufwuchs wurde dagegen die Variation im N-Gehalt nicht durch das Licht erklärt. Eine Harnzufuhr hatte keinen Einfluß auf den N-Gradienten. Die Steigung des N-Gradienten war negativ mit dem LAR korreliert (Abb. 5), die anderen Parameter der Bestandesstruktur hatten dagegen keinen Einfluß

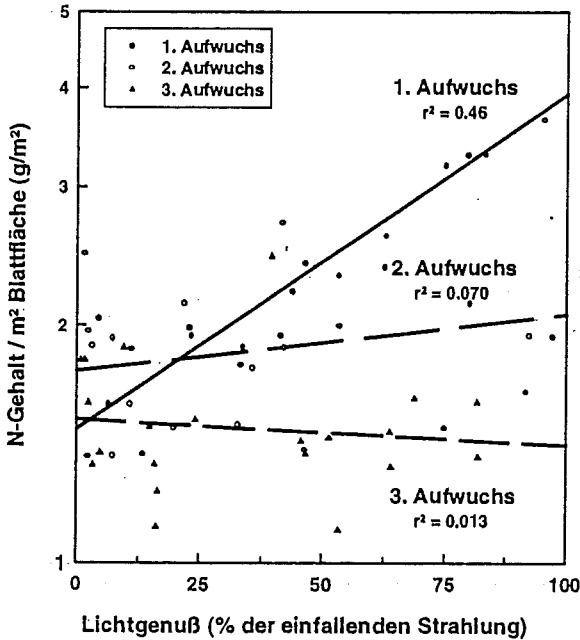


Abb. 4: N-Gehalt pro Einheit Blattfläche in Abhängigkeit vom lokalen Lichtangebot in den drei Aufwüchsen (logarithmische Skala). Die Steigung der Geraden entspricht dem mittleren N-Gradienten.

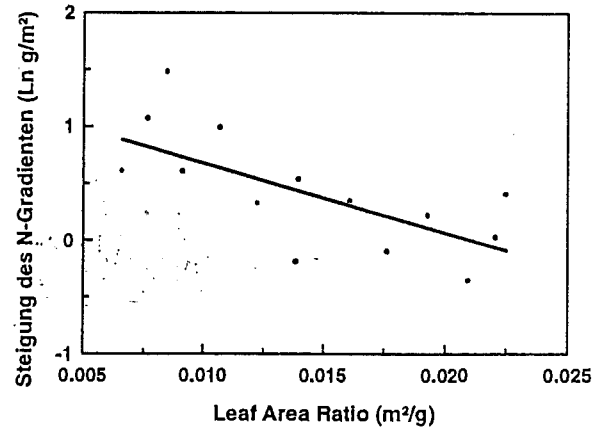


Abb. 5: Steigung des N-Gradienten in Abhängigkeit vom LAR, über alle Aufwüchse und über Harn- und Nicht-Harnstellen gemittelt.

Schlußfolgerungen

Ein deutlicher vertikaler N-Gradient trat nur im ersten, grasreichen, generativen Aufwuchs auf. Im Gegensatz zu vegetativen Aufwüchsen werden die Blätter in generativen Beständen durch die Stengel in unterschiedliche vertikale Positionen gehoben. Anscheinend ist in Weidevegetation der vertikale N-Gradient eher eine Funktion der vertikalen Position der Blätter, während die N-Verteilung im Blatt von untergeordneter Bedeutung zu sein scheint.

Auf Harnstellen wuchsen die Bestände zwar höher auf und bildeten mehr Blattfläche und Biomasse im Vergleich zu Nicht-Harnstellen. Die Bestände unterschieden sich aber nicht in ihrer Struktur und folglich auch nicht in der vertikalen N-Verteilung.

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 Technik.

Auswirkungen von Mäh- und Intensivaufbereitern auf ausgewählte Futterparameter und deren ökonomische Beurteilung für den praktischen Einsatz

von
Johannes Thaysen

Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland, Futterbau,
Rinder- und Schafhaltung, Bredstedt
der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

1. Einleitung

Eine hohe Energiedichte und eine optimale Gärqualität sind für das Grundfutter in der Rindviehhaltung entscheidend. Ob und wie weit weiterentwickelte Mähauflbereiter und die neuen Intensivauflbereiter die Energiedichte und die Gärqualität verbessern, wurde in 2 Jahren in einer Versuchsserie geprüft.

Diese Systeme wurden eingesetzt:

- ◆ Zinkenrotor mit beweglichen Stahlschlegeln, zwei Drehzahlen und Prallblech
- ◆ Fingerrotor mit starren Fingern und Kamm
- ◆ Intensivauflbereiter A mit profilierter Stahlwalze und gegenläufiger Bürstenwalze (1995 und 1996)
- ◆ Intensivauflbereiter B mit Hammer- und Amboßwalze, Verteilerwalze und Verteilerblech (1995)
- ◆ Doppelschwadleger mit Auflbereiter

2. Material und Methoden

Jeweils zum ersten Schnitt der Jahre 1995 und 1996 wurden Mähauflbereiter bzw. Intensivauflbereiter im Vergleich zu einem Mähwerk ohne Auflbereiter eingesetzt. Gemäht wurde Dauergrünland und Welsches Weidelgras. Die unbehandelten Varianten und die mit Zinkrotoren aufbereiteten Varianten wurden sofort nach dem Mähen gezettet. Die Intensivauflbereiter-Varianten blieben im Versuchsjahr '95 ungezettet liegen. 1996 wurden jedoch auch diese Varianten aufgrund der besonderen Witterungsbedingungen zum Teil gezettet.

In beiden Versuchsjahren regnete es an zwei aufeinanderfolgenden Tagen in das gemähte Gras mit einer Niederschlagsmenge von 5 bis 8 mm hinein. Darum wurde der Mindest-TS-Gehalt von 30 %, der für eine gute Anwekksilage erforderlich ist, erst am dritten Tag nach dem Mähen erreicht. **Die Versuchsergebnisse sind daher nur für diese Witterungsverhältnisse repräsentativ.** In beiden Jahren wurden die Grasbestände in der Phase des Ährenschiebens bei einem Ertragsniveau von 35 dt/ha und bei Rohfasergehalten von 23 bis 24 % in der TS geerntet. Die Vergärbarkeit des Grases lag mit Pufferkapazitäten von 4,7 % und Zuckergehalten von 17 % in der TS im guten Bereich.

3. Ergebnisse

3.1. Trocknungsverlauf

Im Versuchsjahr '95 erreichte im Dauergrünlandbestand lediglich die Variante „Zinkenrotoraufbereiter mit Zetten“ den erforderlichen TS-Gehalt von 30 %. Allerdings trocknete das Gras der beiden Intensivauflbereiter-Varianten ohne Zetten schneller ab als die Variante „ohne Auflbereiter mit Zetten“.

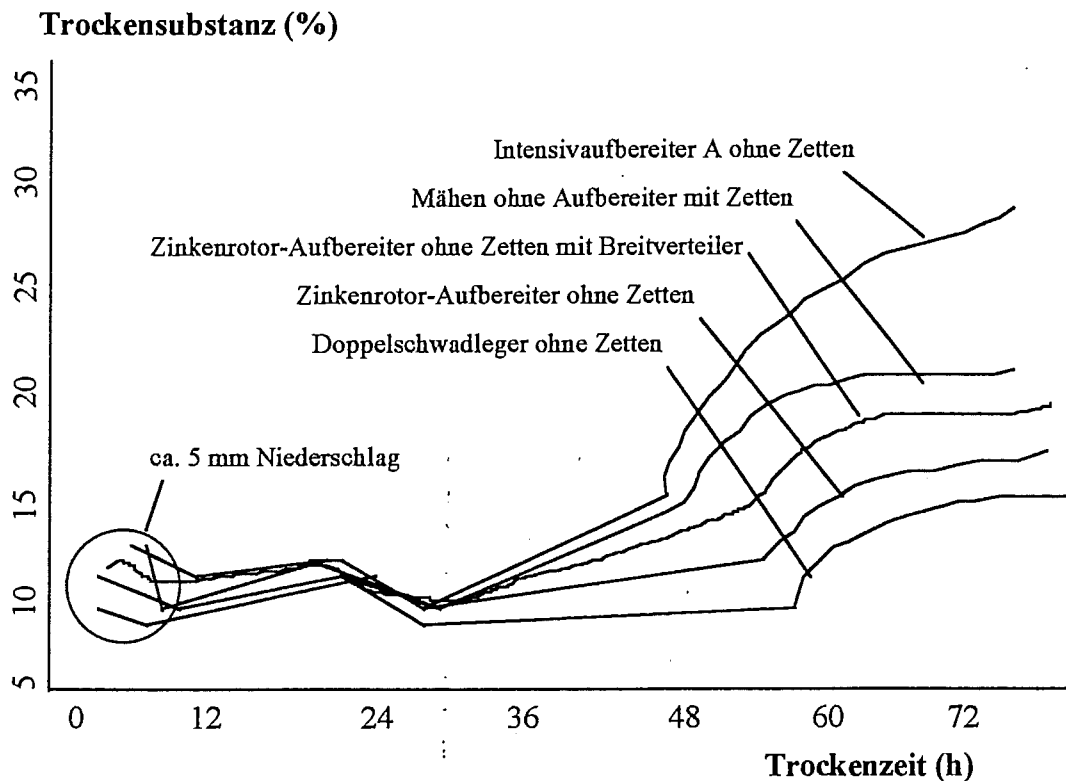


Abbildung 1: Der Trocknungsverlauf im Vergleich

Welsches Weidelgrass, Erster Schnitt 1996

Witterungsbedingt setzte bei allen Varianten erst am dritten Tag nach dem Mähen eine nennenswerte Trocknung ein. Der Intensivaufbereiter erreichte als erster die 30 % TS-Marke, gefolgt von dem Zinkenrotoraufbereiter mit Breitablage und der Variante „ohne Aufbereitung mit Zetten“. Danach folgten die Varianten „Aufbereiter ohne Zetten“ und „Doppelschwadleger ohne Zetten“.

Die Effekte der Aufbereiter entsprechen im Trocknungsverlauf etwa einem Zettgang. Werden alle Varianten nach dem Mähen gezettet, so zeigt sich, daß die höchste Aufbereitungsintensität auch die größte Trocknungsbeschleunigung bei einem insgesamt höherem Trockensubstanz-Niveau zur Folge hat.

3.2. Gärqualität

Im Versuchsjahr 1995 zeigte sich beim Dauergrünlandbestand, daß die Gärqualitäten bei den Aufbereitern, besonders bei den Intensivaufbereitern, eindeutig besser waren als bei den nicht aufbereiteten Varianten. Bei den aufbereiteten Varianten wurden die niedrigsten Buttersäuregehalte und pH-Werte bei gleichzeitig signifikant erhöhten Milchsäuregehalten festgestellt.

Die Punktbewertung der Silagen nach dem DLG-Schema ergab somit für Intensivaufbereiter-Varianten die höchstmögliche Bewertung von 100 Punkten.

Im Versuchsjahr 1996 waren die Effekte bei einem insgesamt schlechteren Niveau der Gärqualität (witterungsbedingt) weniger deutlich ausgeprägt.

Durch die Aufbereitung wurden die Milchsäuregehalte durchweg gesteigert. Das führte zu niedrigen pH-Werten. Aber die unerwünschten Buttersäuregehalte waren nicht immer eindeutig niedriger. Immerhin waren die Aufbereitervarianten im Durchschnitt in der Gärqualität gegenüber den nicht aufbereiteten Varianten besser.

3.3. TS-Verluste

Die niedrigsten Verluste weisen alle Verfahren auf, die ohne Zetten den erwünschten Trocknungseffekt erreichten. Für die Praxis ist relevant: Zinkenrotor-Mähauflbereiter mit Breitablage und Intensivauflbereitung jeweils ohne Zetten haben einen um ca. 3 % geringeren TS-Verlust als die gezetteten Varianten ohne Auflbereitung.

Tabelle 3: Futterqualität 1996						
Welsches Weidelgras, Erster Schnitt						
Art der	Trocken-	Rohfaser	Rohprotein	Rohasche	Verdaulichkeit	MJ
Aufbereitung	substanz (TS)	in der TS	in der TS	in der TS	der org. Substanz	NEL/
					(VQ % OM) ¹⁾	kg TS
Ohne Auflbereiter						
mit sofortigem Zetten	30,2%	26,1%	21,6%	11,5%	74,8%	6,12
Mit Auflbereiter						
und sofortigem Zetten	29,2%	24,6%	19,7%	11,5%	77,3%	6,46 ²⁾
Mit Auflbereiter						
Breitablage und Zetten	31,0%	24,8%	19,7%	11,0%	77,3%	6,46 ²⁾
Intensivauflbereiter A						
mit Zetten	37,0%	25,4%	20,4%	10,2%	77,3%	6,46 ²⁾
Doppelschwadleger						
mit Zetten	30,1%	26,5%	20,6%	10,7%	77,3%	6,46 ²⁾
Mittelwert	31,5%	25,5%	20,4%	11,0%	76,8%	6,39

¹⁾ Hammelversuch mit vier Hammeln;
²⁾ Mittelwert der vier Varianten mit Auflbereiter

3.4. Futterqualität

Aufgrund des einheitlichen Ausgangsmaterials zeigten sich in den einzelnen Fraktionen der Rohnährstoffe keine Unterschiede. Die Verdaulichkeiten der organischen Substanz (VQ % OM) waren jedoch aufgrund des Auflbereitungseffektes in allen Auflbereitervarianten in der Tendenz höher. Die Werte schwankten von 75,13 bis 78,88 % VQ der OM und damit der Energiegehalte von 6,28 bis 6,61 MJ NEL pro kg TS. Aufgrund der Versuchsbedingungen kann jedoch nicht gesagt werden, welchem Verfahren hinsichtlich der Verdaulichkeit der Vorzug gegeben werden soll. Darum wurden in der Tabelle 3 nur die Mittelwerte aus den Auflbereitervarianten dargestellt.

4. Ökonomische Beurteilung

Die Kosten für das Mähen, Zetten und Schwaden werden überwiegend durch die Arbeitsbreite, die Fahrgeschwindigkeit und die Anzahl der Arbeitsgänge bestimmt. Unberücksichtigt blieben bisher unterschiedliche Arbeitsverfahren, die weniger Arbeitsgänge erfordern.

In der Kostenrechnung sollen folgende Mähverfahren mit unterschiedlichen Einzelarbeiten gegenübergestellt werden:

- ◆ „Mähwerk solo“: Das Mähwerk schneidet das Futter ohne Auflbereiter und legt es im Schwad ab.
- ◆ „Mähwerk + Auflbereiter“: Bei diesem Mähverfahren ist ein Mähwerk mit einer angetriebenen Auflbereiterwelle und einstellbarem Riffel- bzw. Prallblech unterstellt.
- ◆ „Mähwerk + Intensivauflbereiter“: Der Intensivauflbereiter besteht aus einer profilierten Stahlwalze und einer gegenläufigen Bürstenwalze, die unterschiedlich intensiv eingestellt werden können.

Das „Mähwerk solo“ verursacht bei einer Einsatzfläche von 90 ha je Jahr für Mähwerk, Schlepper und Fahrer Kosten von 58,00 DM/ha (Tabelle 5). Für eine vergleichbare Mähfläche von 90 ha wird mit dem „Mähwerk + Aufbereiter“ bedingt durch die höheren Investitionskosten mit 70,00 DM/ha zu rechnen sein. Arbeitet ein Betrieb mit dem Mähverfahren „Mähwerk + Intensivaufbereiter“ dürften sich die Kosten durch die deutlich höheren Anschaffungskosten und den etwas höheren Antriebsbedarf auf etwa 90 DM/ha belaufen.

Für das Mähverfahren „Mähwerk mit Aufbereiter“ bzw. „Intensivaufbereiter“ sind weniger Arbeitsgänge mit dem Zetter erforderlich. Muß dem „Mähwerk solo“ für einen zügigen Trocknungsverlauf der Zetter unmittelbar folgen, erfordern die anderen Mähverfahren nur einen Zettgang, oder man kann beim Intensivaufbereiter auf das Zetten völlig verzichten.

Durch unterschiedlich häufige Zettarbeitsgänge sinken die Kosten je ha für diesen Arbeitsgang von 48 DM/ha (wenn die 90 ha einmal durchgearbeitet werden) bis auf 18 DM/ha (wenn die Fläche dreimal bearbeitet wird). Nach neueren Untersuchungen wird der Trocknungsverlauf deutlich beschleunigt, wenn beim ersten Zettgang mit einer Geschwindigkeit von etwa 5,0 km/h gefahren wird. Die Kosten für diesen ersten Arbeitsgang steigen durch den höheren Zeitaufwand für Schlepper und Fahrer um etwa 8 DM/ha.

In der Variante „Mähwerk solo“ muß zwei- bis dreimal gezettet werden, bis ausreichende Trockensubstanzwerte erreicht sind. Wird das Grünfutter mit dem „Mähwerk + Aufbereiter“ gemäht, dürften ein bis zwei Zettarbeitsgänge unter normalen Verhältnissen ausreichen. Bei dem Mähverfahren „Mähwerk + Intensivaufbereiter“ sollte möglichst völlig auf das Zetten verzichtet werden. Für den Kostenvergleich muß für alle Arbeitsverfahren ein vergleichbarer Schwader eingesetzt werden. Da er für alle Mähverfahren unter ähnlichen Bedingungen arbeitet, kann man für diesen Arbeitsgang jeweils 44 DM/ha rechnen.

Neben den Kosten für die unterschiedlichen Mähverfahren werden die Gesamtkosten der einzelnen Arbeitsverfahren vor allem durch die Anzahl der Zettarbeitsgänge bestimmt. Vom Mähen bis zum Schwaden kostet die Silagebereitung beim „Mähwerk solo“ 150 bis 166 DM/ha. Wird das Mähwerk mit einem Aufbereiter eingesetzt, ist mit Kosten von 162 DM/ha (einmal zetten) bis 175 DM/ha (zweimal zetten) zu rechnen. Das Verfahren „Mähwerk + Intensivaufbereiter“ kostet nur 134 DM/ha, wenn der Zetter wirklich nicht gebraucht wird. Die Kosten steigen aber deutlich, wenn man gefühlsmäßig bei ungünstiger Wetterlage dennoch zum Zetter greift - bei unserem Beispiel bis auf 182 DM.

Große Unterschiede gibt es aber im Zeitaufwand. Das „Mähwerk solo“ mit den zwei bis drei Zettarbeitsgängen erfordert gegenüber den Verfahren „Mähwerk + Aufbereiter“ 40 % und „Mähwerk + Intensivaufbereiter“ 100 % mehr Arbeitszeit, um Anweilsilage erntefertig aufzubereiten.

5. Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Mähaufbereitereinsatz

Die Kosten des Mähaufbereitereinsatzes variieren je nach Aufbereiter-Bauart und Auslastung zwischen 2 und 6 DM/t Grüngut. Es zeigt sich, daß bereits eine alleinige Kraftfuttereinsparung selbst bei den höchsten Kosten pro Tonne Grüngut einen wirtschaftlichen Nutzung bringt. Deutlich höher fällt er allerdings aus, wenn auch eine Leistungssteigerung (hier angenommen bei zwei verschiedenen Grenzproduktionskosten pro kg Milch) erreicht wird. Abschließend ist noch die zur Kostendeckung erforderliche Mehrleistung pro Kuh und Winter ausgewiesen, die erforderlich ist, um unter sonst gleichen Bedingungen die durch den Mähaufbereitereinsatz bedingten Mehrkosten abzufangen.

Reaktion einer artenreichen Grünlandansaat auf variierte Nutzung und Düngung

von

Ulrich Thumm und Helmut Jacob

Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenbau und Grünland

Einleitung und Zielsetzung

Mit der im folgenden beschriebenen Untersuchung soll die Entwicklung eines aus einer artenreichen Ansaatmischung hervorgegangenen Dauergrünlandbestandes unter dem Einfluß differenzierter N-Düngung und Nutzungsintensität mittelfristig verfolgt werden. Die im Vorhaben eingesetzte Saatmischung folgte den Erkenntnissen und Regeln nutzungsorientierter Saatmischungszusammenstellung (ARENS, 1973; KLAPP, 1971) nicht. Allerdings werden die Saatannteile kampfkraftiger Arten unter der kritischen Saatstärke (*Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*) bzw. niedrig (*Alopecurus pratensis*, *Arrhenatherum elatius*) gehalten. Insgesamt werden 23 Arten angesät, davon 14 (standortgemäße) Dicotyledonen (darunter 3 Leguminosen).

Material und Methoden

Auf dem Hohenheimer Versuchsfeld (400 m ü. NN, 8,5°C Jahresmitteltemperatur, 687 mm Niederschlag/Jahr, Pseudogley-Parabraunerde) wurde im September 1993 eine einheitliche Saatmischung (Tab. 2) mit einer Saatstärke von 47 kg/ha nach Grünlandumbruch (Totalherbizid, Lely-Fräse) angesät. Der Jungbestand wurde ab dem Folgejahr differenzierter Düngungs- und Nutzungsintensität unterworfen (Tab.1).

Tab. 1: Versuchsaufbau

Versuchsanlage:	2-faktorielle Spaltanlage	
Wiederholungen:	4	
Parzellengröße:	39 m ²	
Varianten:	I. <u>N-Düngung</u> :	
	1.) 30 kg N/ha je Aufwuchs (N1)	
	2.) 60 kg N/ha je Aufwuchs (N2)	
	II. <u>Nutzungshäufigkeit</u> :	N-Düngung (kg/ha-Jahr):
	1.) 2 Nutzungen/Jahr	N1= 60 N2= 120
	2.) 3 Nutzungen/Jahr	N1= 90 N2= 180
	3.) 4 Nutzungen/Jahr	N1= 120 N2= 240
	4.) 5 Nutzungen/Jahr	N1= 150 N2= 300

Die einzelnen Varianten wurden jeweils vor dem 1. Schnitt nach der Methode KLAPP-STÄHLIN zeitgleich bonitiert. Der Boniturtermin orientierte sich am Schnittzeitpunkt der Variante mit 5 Nutzungen/Jahr. Die Schätzung der Inhaltsstoffgehalte in den Aufwüchsen wurde mit Hilfe der Nahinfrarotspektroskopie vorgenommen, zugehörige Referenzanalysen erfolgten nach den üblichen VDLUFA-Methoden, die Bestimmung des Energiegehaltes nach dem Hohenheimer Futterwerttest.

Ergebnisse

Die Bestände waren zu Beginn des 1. Versuchsjahres (Tab. 2) wohl aufgrund der Herbstsaat durch *Phleum pratense* geprägt. Daneben konnten sich mit *Arrhenatherum elatius* und *Trisetum flavescens* vor allem an weniger intensive Nutzung angepaßte Arten etwas stärker etablieren. *Festuca pratensis* und *Festuca rubra* waren nur in Spuren vertreten. An intensive Nutzung adaptierte Arten wie *Lolium perenne* und *Poa pratensis* sind zu diesem Zeitpunkt kaum in den Beständen zu finden. Von den Leguminosen erreichte *Trifolium pratense* trotz gleicher Saadmengen höhere Bestandesanteile als *Trifolium repens*. Die mitangesäten Kräuterarten konnten sich alle außer *Salvia pratensis* etablieren und zum Teil bereits beachtliche Anteile einnehmen (insb. *Daucus carota*).

Tab. 2: Zusammensetzung der Saatmischung und Ertragsanteile im 1. und 4. Versuchsjahr

Saat- mischung Anteil %		Ertragsanteil (%) im 1. Aufwuchs										
		Versuchs- beginn (1994)	4. Versuchsjahr (1997)									
			2 Nutz./J.		3 Nutz./J.		4 Nutz./J.		5 Nutz./J.			
			N1	N2	N1	N2	N1	N2	N1	N2		
55	Gräser Summe	70	79	92	71	79	70	73	70	76		
2	<i>Alopecurus pratensis</i>	5	11	12	9	11	11	10	8	7		
2	<i>Arrhenatherum elatius</i>	10	18	18	10	12	2	2				
1	<i>Dactylis glomerata</i>	+	5	5	7	8	10	8	8	12		
16	<i>Festuca pratensis</i>	+	1	2	3	2	4	3	3	3		
10	<i>Festuca rubra</i>	+	+	+	+	1	+	+	+	+		
4	<i>Lolium perenne</i>	+	1	1	4	4	12	11	21	23		
10	<i>Poa pratensis</i>	1	+	+	1	1	4	4	4	5		
6	<i>Phleum pratense</i>	40	11	21	15	17	13	15	10	13		
2	<i>Trisetum flavescens</i>	13	29	32	17	19	8	11	7	5		
-	<i>Bromus hordeaceus</i>			+				+		+		
-	<i>Holcus lanatus</i>	+	+		+				+	+		
-	<i>Poa annua</i>						+	+	+	+		
-	<i>Poa trivialis</i>		2	1	5	4	6	10	9	7		
6	Leguminosen Summe	7	11	2	14	8	16	13	15	10		
2	<i>Lotus corniculatus</i>	1	+	+	+	+						
2	<i>Trifolium pratense</i>	5	10	2	8	7	5	5	5	4		
2	<i>Trifolium repens</i>	1	1	+	6	1	11	8	10	6		
-	<i>Trifolium dubium</i>	+	+									
39	Kräuter Summe	23	10	6	15	13	14	13	15	14		
4	<i>Achillea millefolium</i>	3	5	3	8	7	9	8	8	8		
7	<i>Carum carvi</i>	1	+	+	+	+	+	+	+	+		
2	<i>Crepis biennis</i>	2	2	1	1	1	+	+	+	+		
7	<i>Daucus carota</i>	7			+		+	+	+	+		
2	<i>Geranium pratense</i>	2	+	+	+	+	+	+		+		
2	<i>Knautia arvensis</i>	3	+	+								
2	<i>Leucanthemum vulgare</i>	1	+	+	2	1	1	1	1	+		
7	<i>Plantago lanceolata</i>	+	+	+	+	+	+	+	1	1		
2	<i>Salvia pratensis</i>											
2	<i>Sanguisorba minor</i>	+	+	+	+	+						
2	<i>Tragopogon pratensis</i>		+									
-	<i>Taraxacum officinale</i>		1	+	2	2	2	2	3	3		
-	sonstige		1	+	1	1	1	1	1	1		

Bis zum 4. Versuchsjahr haben sich die Bestände unter dem Einfluß der Nutzungs- und Düngungsvariation erwartungsgemäß deutlich differenziert. Gesteigerte N-Zufuhr (N2) führt in allen Nutzungsvarianten zu erhöhten Gras- und reduzierten Leguminosenanteilen. Bei geringer Nutzungsfrequenz (2 Nutzungen/Jahr) ist diese Verschiebung in der Bestandeszusammensetzung stärker ausgeprägt als bei hoher (4 oder 5 Nutzungen/Jahr). Der Einfluß der Nut-

zungshäufigkeit wird besonders beim Übergang von der 3-maligen zur 4-maligen Nutzung deutlich: Die Anteile von *Arrhenatherum elatius* und *Trisetum flavescens* gehen stark zurück, *Lolium perenne* und *Poa pratensis* sowie die nicht angesäten *Poa trivialis* und *Poa annua* nehmen zu. Weitgehend neutral reagieren *Alopecurus pratensis* und *Dactylis glomerata*. Erwartungsgemäß nimmt der Weißkleeanteil mit steigender Nutzungshäufigkeit zu, wogegen *Lotus corniculatus* nur noch bei 2 und 3 Nutzungen/Jahr auftritt. Der Kräuteranteil ist bis zum 4. Versuchsjahr in allen Varianten deutlich zurückgegangen. Prägend ist *Achillea millefolium*, während die übrigen angesäten Kräuterarten zwar vertreten bleiben, ihr Anteil jedoch deutlich gesunken sind. Von den nicht angesäten Arten ist nur *Taraxacum officinale* mengenmäßig von Bedeutung. Diese Art erreicht mit 3% die höchsten Anteile bei 5 Nutzungen/Jahr.

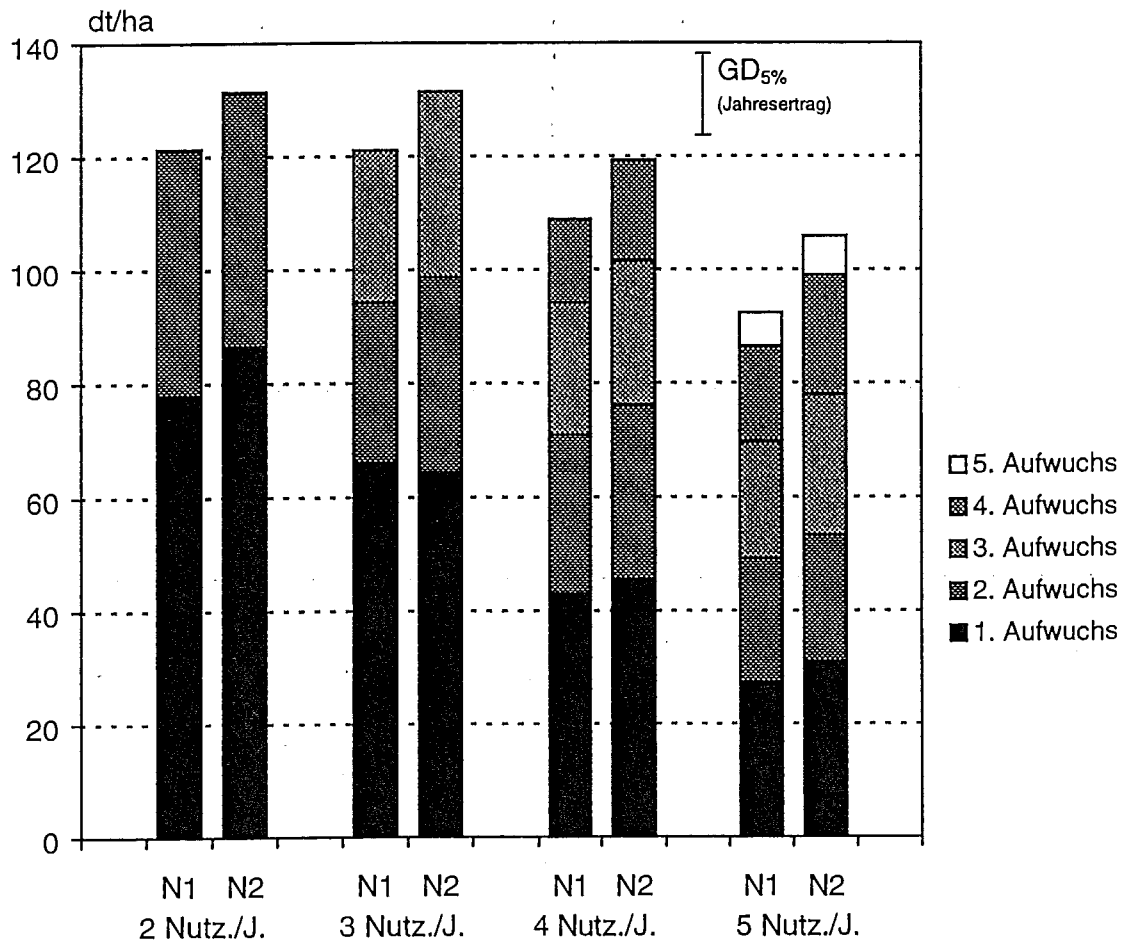


Abb.1: TM-Ertrag im 3. Versuchsjahr (1996)

Bei 2 und 3 Nutzungen/Jahr werden die maximalen und identischen TM-Erträge (121dt/ha bei N1, 131 dt/ha bei N2) erreicht (Abb.1), während bei 5 Nutzungen nur noch 93dt/ha TM (N1) bzw. 106 dt/ha (N2) geerntet wurde. Die in N2 um 150 kg/ha-Jahr höhere N-Zufuhr führt hier nur zu einem Ertragsanstieg von 13 dt TM/ha.

Auf die Inhaltsstoffgehalte (Tab. 3) übt die N-Düngung keinen Einfluß aus, während die Rohprotein-, Energie- und Mineralstoffgehalte durch steigende Nutzungshäufigkeit erwartungsgemäß ansteigen. Allerdings konnte eine Erhöhung der Schnitzzahl von 4 auf 5 den Energiegehalt (NEL) nicht mehr weiter steigern, nur der Rohproteingehalt nimmt weiter zu.

Ebenso unterscheidet sich auch der N-Entzug nicht signifikant zwischen der 4- und 5-Schnittvariante. Selbst bei nur 3 Nutzungen/Jahr bleibt der N-Entzug aufgrund der dort höheren TM-Erträge trotz niedrigerer Rohproteingehalte nur um ca. 30 kg N/ha/Jahr geringer.

Tab. 3: Inhaltsstoffgehalte und N-Entzug (Jahresmittel bzw. -summe, 3. Versuchsjahr, 1996)

	2 Nutz./J.		3 Nutz./J.		4 Nutz./J.		5 Nutz./J.		GD _{5%}
	N1	N2	N1	N2	N1	N2	N1	N2	
Rohprotein (%)	7,5	7,8	11,5	11,8	14,6	14,8	16,9	17,4	1,2
Rohfaser (%)	33,6	33,0	31,3	31,0	25,4	25,3	24,7	25,1	1,9
NEL (MJ)	4,56	4,62	5,18	5,19	5,82	5,85	5,85	5,87	0,14
P (%)	0,21	0,21	0,30	0,31	0,35	0,36	0,39	0,40	0,02
K (%)	1,94	2,09	2,93	2,92	3,20	3,31	3,34	3,47	0,17
N-Entzug (kg/ha)	144	163	222	249	256	282	251	294	39

Schlußfolgerungen

- Aus komplex zusammengesetzten Saatmischungen entwickeln sich unter dem Einfluß differenzierter Schnitthäufigkeit innerhalb weniger Jahre nutzungstypische Pflanzenbestände. Eine spezielle Anpassung der Saatmischungen an die geplante Nutzungsintensität scheint aus Gründen der Bestandesetablierung nicht zwingend erforderlich zu sein.
- Die Einbeziehung von Grünlandkräutern in die Saatmischung konnte die Artenvielfalt in den Beständen erhöhen. Bei den meisten Arten gehen die anfänglich erreichten Anteile innerhalb weniger Jahre deutlich zurück.
- Maximaler TM-Ertrag wird unter den gegebenen Standortbedingungen schon bei 2 Nutzungen/Jahr erreicht, optimaler Futterwert bei 4 Nutzungen/Jahr. Eine weitere Erhöhung der Nutzungshäufigkeit senkt die TM-Erträge ohne Qualitätsverbesserung.
- Steigerung der N-Zufuhr führt hier nur zu einer geringfügigen Steigerung der TM-Erträge. Die Inhaltsstoffgehalte bleiben unbeeinflußt.

Literatur

- ARENS, R (1973): Grundsätze der Mischungsberechnung für Daueransaat. Wirtschaftseig. Futter **19**, 90-102.
- KLAPP, E. (1971): Wiesen und Weiden, Verlag P. Parey Berlin.

Schätzung des Weißkleeanteils in Dauergrünlandbeständen mittels der Nah-Infrarot-Spektroskopie

von

Michael Wachendorf, Bernhard Ingwersen und Friedhelm Taube

Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Universität Kiel

1. Einführung und Problemstellung

Die Bestimmung der Weißkleeanteile in Grünlandbeständen ist für viele Untersuchungen essentiell, die sich mit dem Management und der Produktivität solcher Bestände befassen. Die Standardmethode zur Feststellung der Kleeanteile ist die Fraktionierung der Bestandesproben von Hand im Labor. Diese Methode ist zwar relativ exakt (abhängig von der Repräsentativität der Bestandesprobe), verursacht aber auf Grund des hohen Zeitaufwandes immense Kosten. In den Vereinigten Staaten gibt es seit Beginn der achtziger Jahre Bemühungen, die Nah-Infrarot-Spektroskopie zur Bestimmung der botanischen Zusammensetzung von Pflanzenbeständen nutzbar zu machen (PETERSEN et al., 1987; COLEMAN et al., 1985, 1990; HILL et al., 1989; PITMAN et al., 1991). Ein gemeinsames Charakteristikum dieser Arbeiten besteht darin, daß die Grundlage der Kalibrationen i.d.R. "synthetic mixtures", also Mischproben darstellen, die aus Material zweier Pflanzenarten (Luzerne und Rohrschwengel bzw. diverse tropische Pflanzenarten) im Labor hergestellt wurden, welche zuvor in Reinbeständen angezogen worden waren. Dem Vorteil exakt definierter Ertragsanteile bei dieser Verfahrensweise stehen zwei wesentliche Nachteile gegenüber:

- Solchermaßen erzielte Kalibrationen gelten lediglich für Bestände mit demselben eingeschränkten Arteninventar und
- angesichts des Aufwandes, diese Mischungen zu synthetisieren, wird i.d.R. eine breite Variation sonstiger Umweltbedingungen im Kalibrationsprobenpool unterlassen, die ebenfalls modifizierend auf die Beziehung zwischen Spektrum und Beobachtungswert wirken.

Ziel dieser Untersuchung war es daher, eine Kalibration zur Schätzung der Weißkleeanteile in Grünlandbeständen zu entwickeln, die

- bei einer möglichst großen Variation der Zahl an Beigräsern und dem physiologischen Alter aller Mischungspartner bzw.
- durch Integration zahlreicher zusätzlicher Einflußgrößen (Jahreswitterung, Nutzungshäufigkeit, Stickstoffdüngung)

eine möglichst breite Gültigkeit für Grünlandbestände in der Praxis hat.

2. Material und Methoden

Das in der Kalibration verwendete Pflanzenmaterial stammt von Kleinparzellen des Versuchsbetriebes Karkendamm des Instituts für Tierzucht und Tierhaltung und ist im Detail bei WILHELMY (1993) beschrieben. Neben dem Versuchsfaktor Nutzungshäufigkeit und Ansaatmischung wirkte vor allem die Stickstoffdüngung modifizierend auf die Bestandeszusammensetzung und somit auch auf das gesammelte Pflanzenmaterial (Tab. 1).

Tab. 1: Faktoren, die in dem zugrundeliegenden Pflanzenmaterial variiert wurden

Faktoren	Faktorstufen
1. Jahreswitterung	1.1 1988
	1.2 1989
2. Nutzungshäufigkeit	2.1 3malige Schnittnutzung
	2.2 6malige Schnittnutzung
3. Ansaatmischung	3.1 Standardmischung GII
	3.2 Standardmischung GIIo
4. Stickstoffdüngung	4.1 0 kg N · ha ⁻¹ · Jahr ⁻¹
	4.2 120 kg N · ha ⁻¹ · Jahr ⁻¹
	4.3 240 kg N · ha ⁻¹ · Jahr ⁻¹
	4.4 360 kg N · ha ⁻¹ · Jahr ⁻¹
	4.5 480 kg N · ha ⁻¹ · Jahr ⁻¹

Die Ansaat der Bestände erfolgte im Herbst 1987. Das Material wurde in den Jahren 1988, 1989 und 1990 gesammelt, wobei ein Teil der Probe unverzüglich und unfraktioniert getrocknet, eine zweite Unterprobe jedoch von Hand in Gras- und Kleematerial zur Feststellung der Ertragsanteile beider Gruppen fraktioniert wurde. Die verwendeten Ansaatmischungen - Gras und Klee gras - orientieren sich an der von der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein empfohlenen Standardmischung GII und GIIo unter Verwendung differierender Sorten. Tab. 2 enthält die für diese Untersuchung wesentliche Zusammensetzung der Klee gras-Mischung.

Tab. 2: Ansaatmischungen

Art	Sorte	Klee gras-Mischung kg/ha	
Deutsches Weidelgras	früh	Gremie	3
	mittel	Animo	3
	spät	Vigor	4
Wiesenschwingel		NFG	5
Wiesenlieschgras		Phlewiola	4
Wiesenrispe		Union	3
Weißklee		Angeliter	6
		Milka	
Gesamt			28

Trotz der Vielfalt in der Ansaatmischung war die Grasfraktion der Bestände überwiegend dominiert von Deutschem Weidelgras. Lediglich die hochgedüngten Bestände bei geringer Nutzungsintensität wiesen höhere Anteile an Wiesenlieschgras auf. Durch die erfolgte wöchentliche Beprobung aller Bestände wird die Variation im Pflanzenmaterial dieser Untersuchung hinsichtlich des Faktors Pflanzenalter wesentlich erweitert. Für die vorliegende Untersuchung wurden aus dem mehrere tausend Proben umfassenden Probenpool diejenigen Proben selektiert, die überhaupt einen Anteil an Weißklee enthielten. Hierdurch wurde eine Überrepräsentierung klee freier Bestandesproben vermieden. Sämtlichen Proben wurden 18 Stunden bei

65°C getrocknet und anschliessend unter Verwendung einer CYCLOTEC-Mühle auf eine Feinheit von 1 mm gemahlen. Die spektralen Messungen erfolgten mit einem NIRS-Gerät 5000 der Firma Perstorp Analytical unter Einsatz des Steuerprogramms NIRS 2, Vers. 02.05 der Firma Infrasoftware International.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Kleeanteile im Kalibrationsprobenpool lagen zwischen 1 und 58% bei einem Mittelwert von 22% d. TM. Sämtliche Kalibrationsmethoden lieferten vergleichbare Ergebnisse, wobei der Kalibrationsfehler (SEC) bei 5,5% und der Fehler der Kreuzvalidation (SECV) bei 6,6% Kleeanteil lag. 81% der in den von Hand fraktionierten Proben auftretenden Variation des Kleeanteils konnten durch die NIRS-Schätzung erklärt werden (Abb. 2). Diese Schätzungsgüte liegt im oberen Bereich der in der Literatur mitgeteilten Werte für diesen Parameter, was insofern nicht überrascht, da die Kalibrationswerte in der vorliegenden Untersuchung nicht anhand synthetischer Mischungen exakt eingestellt wurden, sondern durch Handfraktionierung von Gemengen ermittelt wurden. Die Verdrehung der Regressionsgeraden (Regressionskoeffizient = 0.82)

gegenüber der Winkelhalbierenden spiegelt eine Überschätzung der Kleeanteile im geringen Wertebereich bzw. eine Unterschätzung der Anteile in kleereichen Beständen wider. Eine gute Übereinstimmung herrscht im Bereich von ca. 20% Weißklee im Bestand.

4. Schlussfolgerung

Die mit der hier beschriebenen Methode erzielten Schätzgenauigkeiten können als zufriedenstellend bezeichnet werden, zumal wenn man bedenkt, daß in vielen Forschungsprojekten eine Erfassung der Kleeanteile lediglich durch eine visuelle Schätzung erfolgt, was je nach Erfahrung des Schätzenden mit mehr oder weniger großen Fehlern behaftet ist.

Die vorliegende Kalibration kann als Basis für eine kostengünstige Ermittlung von Kleeanteilen in Grünlandbeständen dienen. Durch die Integration weiterer geeigneter Grünlandproben kann ihre Gültigkeit weiter überprüft (Validation) bzw. ihr Geltungsbereich noch weiter vergrößert werden.

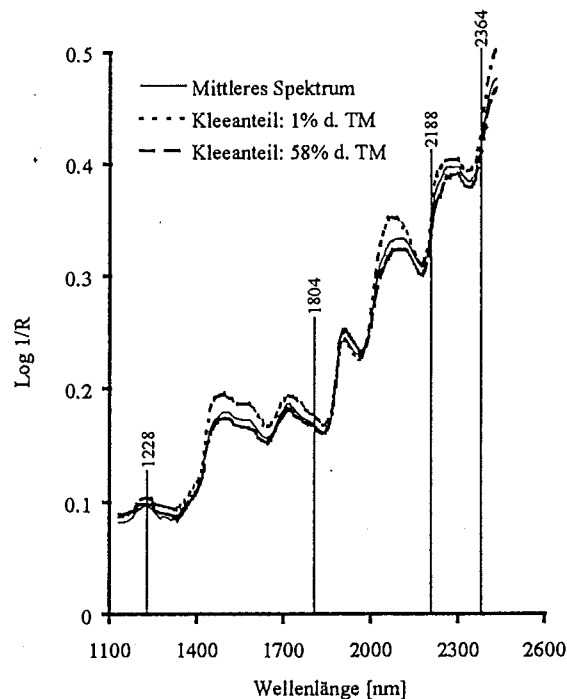


Abb. 1: Spektrum des Mittels der Kalibrationsproben sowie von Proben mit 1 bzw. 58% Kleeanteil; Hauptwellenlängen der Kalibration im Stepwise-Modus

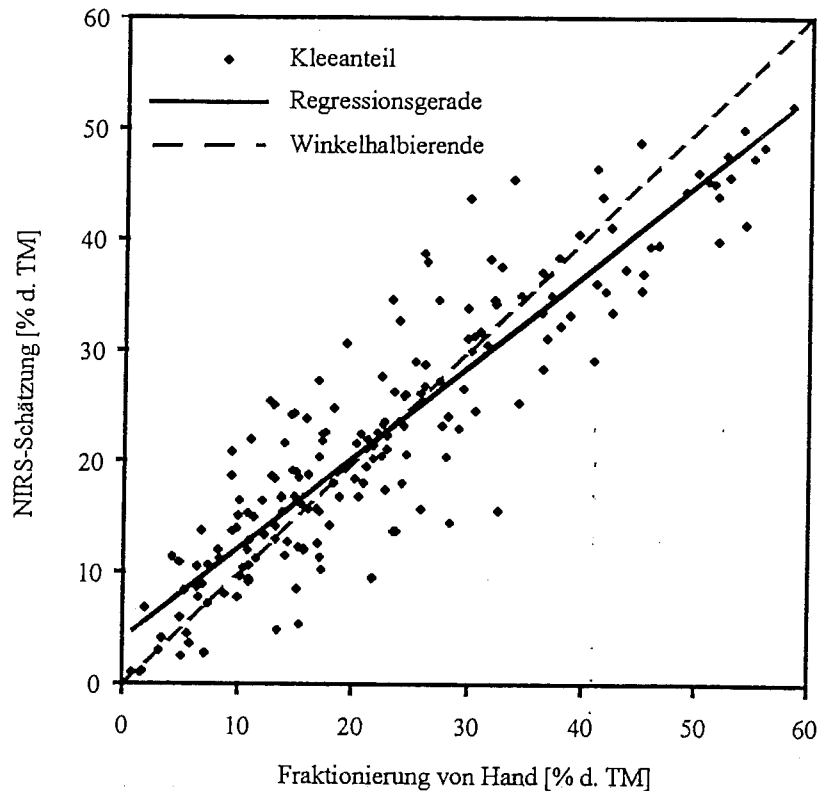


Abb. 1: Beziehung zwischen den durch Handfraktionierung und NIRS-Schätzung ermittelten Kleeanteilen (Regressionsgerade: $y = 4,03 + 0,82 \cdot x$, $B = 0,81^{***}$, $s = 5,5$; Kalibration mittels MPLS)

5. Literaturverzeichnis

- COLEMAN, S.W., F.E. BARTON AND R.D. MEYER, 1985: The use of near infrared reflectance spectroscopy to predict species composition of forage mixtures. *Crop Science* 25: 834-837.
- COLEMAN, S.W., S. CHRISTIANSEN, J.S. SHENK, 1990: Prediction of botanical composition using NIRS calibrations developed from botanically pure samples. *Crop Science* 30: 202-207.
- HILL, N.S., J.A. STUEDEMANN, G.O. WARE and J.C. PETERSEN, 1989: Pasture sampling requirement for near infrared reflectance spectroscopy estimates of botanical composition. *Crop Science* 29: 774-777.
- PETERSEN, J.C., F.E. BARTON, W.R. WINDHAM and C.S. HOVELAND, 1987: Botanical composition definition of tall fescue-white clover mixtures by near infrared reflectance spectroscopy. *Crop Science* 27: 1077-1080.
- PITMAN, W.D., C.K. PIACITELLI, G.E. AIKEN and F.E. BARTON, 1991: Botanical composition of tropical grass-legume pastures estimated with near infrared reflectance spectroscopy. *Agronomy Journal* 83: 103-107.
- WILHELMY, B., 1993: Untersuchungen zur Ertragsbildung und zur Veränderung ausgewählter Qualitätsparameter im Zuwachsverlauf von Grünlandbeständen in Abhängigkeit von der botanischen Zusammensetzung (mit/ohne Weißklee), der Stickstoffdüngung und der Nutzungshäufigkeit. Dissertation der Agrarwiss. Fakultät der CAU Kiel.

Entwicklung und Stoffbildungsprozeß bei Luzerne in mitteldeutschen Trockengebiet

von

Maria Wagner und Gotthard Adolf

Institut für Acker- und Pflanzenbau der Landwirtschaftlichen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

1. Einleitung

Im warmen mitteldeutschen Trockengebiet (9°C Jahresdurchschnittstemperatur, < 550 mm Jahresniederschlag) erweist sich die Luzerne als eine geeignete stickstoffliefernde Leguminose im Ackerfutterbau. Sie kann aufgrund ihres tiefgreifenden Wurzelsystems Bodenwasser aus tieferen Schichten aufnehmen und garantiert auch in Trockenjahren eine hohe Ertragssicherheit und Futterqualität.

In dreijährigen Feldversuchen wurden sowohl die morphologischen Veränderungen als auch die Dynamik ausgewählter Futterqualitätsparameter und Reservestoffe im Wachstumsverlauf eines Luzernebestandes bei mehrjähriger Grünschnittnutzung untersucht. Gleichzeitig konnten Abhängigkeiten des zeitlichen Verlaufs des Wachstums von ausgewählten nicht steuerbaren Umweltgrößen (mittlere Lufttemperatur, tägliche Niederschlagssummen, Globalstrahlung) sowie von Zustandsgrößen des Pflanzenbestandes untersucht werden.

Die Luzernepflanze wurde in zwei Kompartimente unterteilt, zum einen in die oberirdische Blatt- und Stengelbiomasse, zum anderen in den Wurzelkopf als wichtigen Reservestoffspeicher.

Ziel der Untersuchungen war es, Grunddaten für die Erstellung eines Wachstumsmodell „Luzerne“ zu erfassen, wie es z.B. schon für Winterweizen (CLAUS u.a., 1993) existiert.

2. Material und Methoden

Im Rahmen eines dreijährigen Forschungsprojektes des Umweltforschungszentrums Leipzig-Halle wurden auf dem Versuchsfeld „Julius Kühn“ der Landwirtschaftlichen Fakultät Halle-Wittenberg (D6, Sand-Löß-Schwarzerde) im April 1994 Feldversuche mit Luzerne der Sorte Verko zur Grünschnittnutzung in vierfacher Wiederholung angelegt.

In den Schnittversuchen wurde als Erntekriterium die Wuchshöhe (SCHMIDT u. MÄRTIN, 1984) gewählt. Zwischenernten (ZE) erfolgten auf Teilstücken bei 20 cm (DC 32) sowie 40 cm (DC 34) und die Haupternten (HE) bei 60 cm Wuchshöhe (DC 36). Im Ansaatjahr 1994 konnten 2 und in den beiden folgenden Versuchsjahren 4 Haupternten realisiert werden (s. Tab. 1).

Datenerhebung:

Morphologische Parameter

- Wuchshöhe der Haupttriebe
- Ontogenesestadium (nach dem Koordinierten Dezimalcode Luzerne)
- Blattflächenindex (PLANT CANOPY ANALYZER 2000)
- Triebanzahl, -klassifizierung, Verzweigungsanzahl
- oberirdische Blatt- und Stengel trockenmasse
- Wurzelkopfdurchmesser, -trockenmasse, -anzahl

Untersuchungen zur Inhalts- und Reservestoffdynamik

- oberirdische Blatt- und Stengelbiomasse
 - Rohprotein, Rohfaser, Rohasche
 - Zucker, Stärke, leichtlösliche Kohlenhydrate
- Luzernewurzelkopf
 - Rohprotein
 - Zucker, Stärke, leichtlösliche Kohlenhydrate

Ermittelte Umweltgrößen

- Lufttemperatur, Niederschlag, Globalstrahlung, Bodentemperatur, relative Luftfeuchte, Frosteindringtiefe, Windgeschwindigkeit
- Boden-N_{min}

Die kontinuierliche Erfassung der morphologischen Pflanzenentwicklung erfolgte während der Vegetationsperiode, Untersuchungen zur Entwicklung und Inhaltsstoffdynamik der Luzernewurzelköpfe und zum Boden-N_{min}-Geschehen darüber hinaus zu Vegetationsbeginn, -ende und in den Wintermonaten. Die Entnahme, Behandlung und Untersuchung der Pflanzen- und Bodenproben erfolgte nach den LUFA- Methodenvorschriften.

Zur Schätzung biostatistischer Zusammenhänge zwischen den untersuchten Größen wurden lineare, quasilineare und spezielle nichtlineare Regressionsfunktionen herangezogen.

Tab. 1: Erntetermine und Aufwuchstage in den einzelnen Versuchsjahren

Aufwuchs	Ernte	1994		1995		1996	
		Anzahl der Aufwuchstage	Schnitttermin	Anzahl der Aufwuchstage	Schnitttermin	Anzahl der Aufwuchstage	Schnitttermin
Aussaat*/	Veg.beginn		29.04.*		17.03.		07.04.
1	1. ZE	59	27.06.	39	25.04.	23	30.04.
	2. ZE	67	05.07.	46	02.05.	33	10.05.
	1. HE	76	14.07.	54	10.05.	46	23.05.
2	1. ZE	19	02.08.	27	06.06.	18	10.06.
	2. ZE	55	07.09.	34	13.06.	25	17.06.
	2. HE	90	12.10.	41	20.06.	33	25.06.
3	1. ZE			20	10.07.	21	16.07.
	2. ZE			23	13.07.	30	25.07.
	3. HE			35	25.07.	42	06.08.
4	1. ZE			20	14.08.	20	26.08.
	2. ZE			31	25.08.	30	05.09.
	4. HE			59	22.09.	56	01.10.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Morphologische Veränderungen im Wachstumsverlauf

Die Ergebnisse zur **Wuchshöhenentwicklung** gehen sowohl auf nutzungsbedingte als auch auf jahreszeitliche und witterungsbedingte Einflüsse zurück. Auf die Dynamik des Wachstumsverlaufes übten von den untersuchten Witterungsfaktoren die Lufttemperatur und die Globalstrahlung die größte Wirkung aus (Abb. 1).

Die höchste Temperatursumme war für den ersten Aufwuchs im Ansaatjahr erforderlich. Mit zunehmendem Lebensalter des Luzernebestandes wurden die geringsten Temperatursummen für den ersten und zweiten Aufwuchs benötigt. Der dritte Aufwuchs mit der kürzesten Aufwuchsdauer erforderte hingegen eine höhere Temperatursumme, während der letzte Aufwuchs mit mehr als 1000 °C die höchste Summe benötigte.

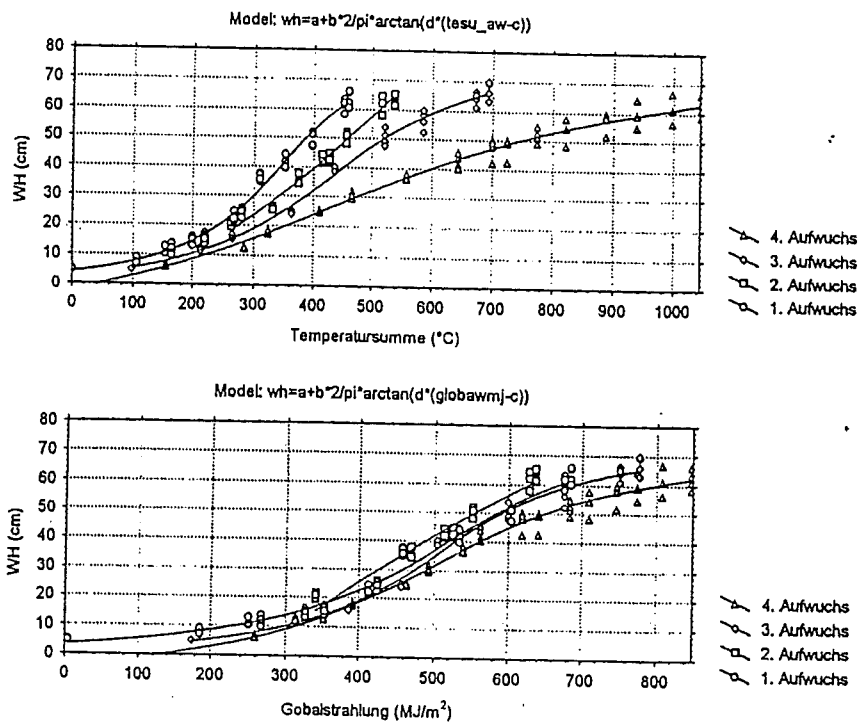


Abb.1: Geschätzter Verlauf der Wuchshöhe in Abhängigkeit von der Temperatur- und Globalstrahlungssumme in den einzelnen Aufwüchsen des Versuchsjahres 1995

Die für eine Wuchshöhe von 60 cm benötigten Globalstrahlungssummen lagen in einem Bereich zwischen 600 und 900 MJ/m². Das verzögerte Wachstum im 4. Aufwuchs dürfte auf die abnehmende Globalstrahlung zurückzuführen sein.

Zwischen den einzelnen Aufwüchsen zeichneten sich sowohl in Abhängigkeit von der Temperatur- als auch von der Globalstrahlungssumme größere Unterschiede im Wuchshöhenverlauf ab als zwischen den einzelnen Jahren.

Die Entwicklung des **Wurzelkopfdurchmessers** steht mit dem Alter der Pflanzen und auch mit der Bestandesdichte in engem Zusammenhang. Er nahm im Untersuchungszeitraum um das mehr als das dreifache zu und erreichte Werte um 10 mm. Mit der Zunahme des Wurzelkopfdurchmessers ging auch eine signifikante Erhöhung der Triebzahl je Pflanze einher (positive lineare Korrelation). Diese Triebe verzweigten sich früher.

Die **Triebzahl** der Einzelpflanzen stieg mit zunehmendem Bestandesalter signifikant an, wogegen sich die Pflanzenzahl je Flächeneinheit verringerte.

	Triebzahl/Pflanze*		Pflanzenzahl/m ² *	
	minimal	maximal	minimal	maximal
im Ansaatjahr 1994:	3,2	20,1	280	564
im letzten Nutzungsjahr 1996:	8,3	30,1	148	252

*Durchschnittswerte

Mit Einsetzen des Wachstums verringerte sich die Zahl der Wurzelkopfknospen bis zu einer Wuchshöhe von 30 cm. Bis zum Schnitt füllten sich Reserven in den Wurzeln und Wurzelköpfen wieder auf. In dieser Zeit es wurden verstärkt neue Wurzelkopfknospen angelegt. Mit Einsetzen kühlerer Temperaturen (Tagesminimum ca. 9 °C) und kürzeren Tageslängen im letzten Aufwuchs bilden sich kaum noch neuen Wurzelkopfknospen.

Die unverzweigten und verzweigten Langtriebe bilden den Schnittertrag des Luzernebestandes. Der Grad der Verzweigung kennzeichnet den physiologischen Reifeprozess und nahm bis zum Zeitpunkt der Haupternten zu.

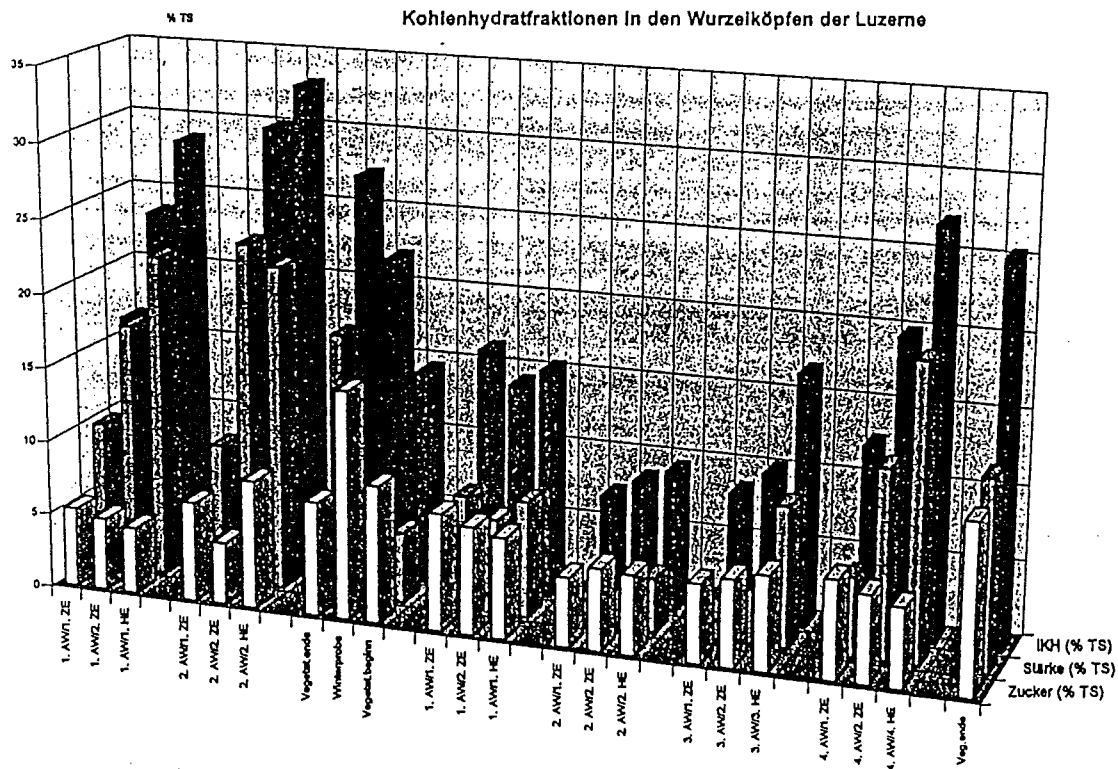
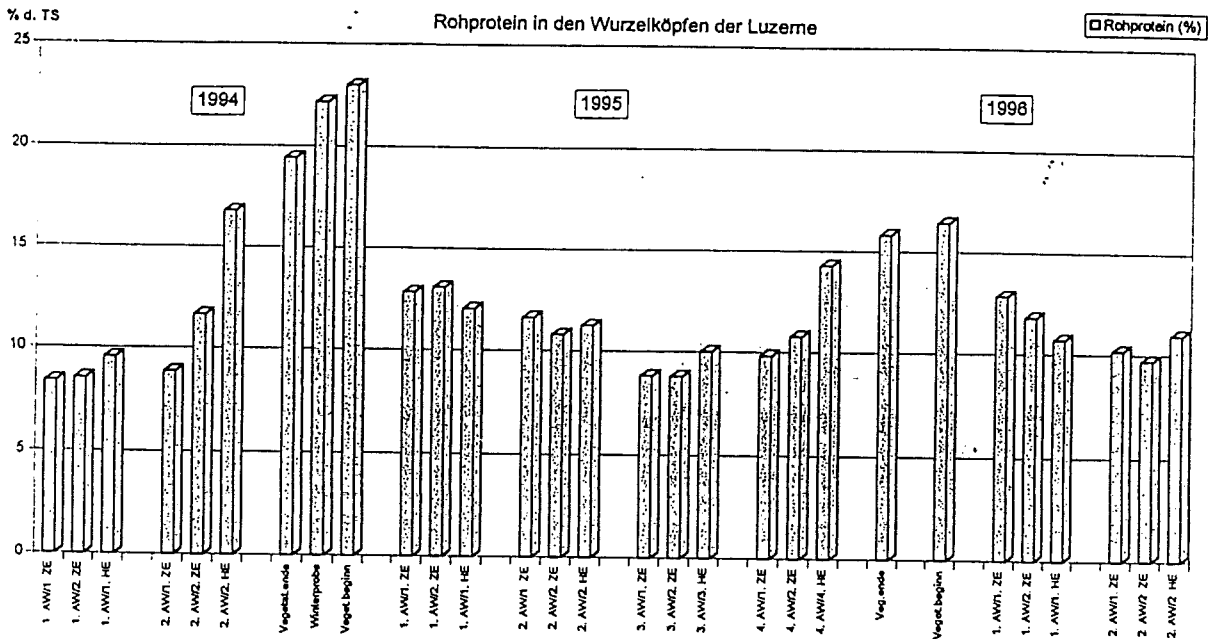


Abb. 2: Gehalt an Rohprotein und den Kohlenhydratfraktionen in den Wurzelköpfen der Luzerne

Tab. 2: Anteil verzweigter Triebe am Grünschnittertrag (%)

Aufwuchs	1. Zwischenernte	2. Zwischenernte	Haupternte
1	17	32	58
2	37	73	85
3	32	66	91
4	44	68	79

3.2. Veränderungen der Inhaltsstoffe im Wachstumsverlauf

Im Heranwachsen der oberirdischen Blatt- und Stengelbiomasse spiegeln sich die bekannten engen Beziehungen zwischen den Rohfaser- und Rohproteingehalten und dem Wuchshöhenverlauf wider. Nach KLOSS (1984) ist die Abhängigkeit von der Wuchshöhe größer als vom jeweiligen morphologischen Entwicklungsstadium. Der Rohproteingehalt verringerte sich fast linear mit zunehmendem Aufwuchsalter (ca. 30 - 35 % d. TS zur 1. ZE; 20 % d. TS zur Haupternte). Der Rohfasergehalt stieg in allen Aufwüchsen nahezu linear von der 1. ZE (ca. 15 % der TS) bis zur Haupternte (ca. 30 % der TS) an. Der Rohaschegehalt zeigte keine wachstumsbedingten Veränderungen. Die Werte lagen bei etwa 10 % d. TS.

In den Luzerneblättern und Stengeln übersteigt während des Wachstums die Bildung von Kohlenhydraten den Bedarf. Dieser Überschuss an Kohlenhydraten wird in die Wurzeln transportiert und dort gespeichert (LATHEEF u.a., 1988). Zu den Haupternteterminen übertraf in der oberirdischen Biomasse der Zuckergehalt (Transportkohlenhydrat) den Anteil an Stärke.

In den Wurzelköpfen der Luzerne vollzog sich zum einen als Reaktion auf die Jahreszeit, zum anderen auf das Abschneiden der Blattmasse durch die Ernte und den folgenden Wiederaufwuchs ein charakteristischer Zyklus der Rohprotein- sowie Kohlenhydratakkumulation und -abnahme (s. Abb. 2).

Charakteristisch war ein Rückgang der Reservestoffe zu Vegetationsbeginn und nach dem Schnitt, um den Wiederaustrieb zu unterstützen. Ab einer Wuchshöhe von 20 - 30 cm war genügend neue Blattfläche vorhanden, um diese Reserven erneut aufzufüllen bis eine ausreichende Konzentration erreicht war. Zum Ende der Vegetationsperiode, konnte ebenfalls eine verstärkte Einlagerung von Nichtstrukturkohlenhydraten und Rohprotein beobachtet werden, die ausschlaggebend für das Überwintern der Luzerne sind.

4. Literatur

- CLAUS, S., WERNECKE, P., MÜHLE, H., SCHOOP, P. (1993): Ein dynamisches Modell für die Ontogenese von Winterweizen als Voraussetzung für die Prozeßsteuerung in Wachstumsmodellen. In: ENGEL, T.; BALDIOLI, M. (eds.): Expert-N und Wachstumsmodelle. Referate des Anwenderseminars im März 1993 in Weihenstephan, Agrarinformatik 24, 109 - 121. Verlag Eugen Ulmer
- KLOSS, R. (1984): Die Wuchshöhe zur Bestimmung von Ertrag und Futterwert im Luzernefutterbau. Diss. Halle, Univ.
- LATHEEF, M., CADELL, J.L., BERBERET, R.C. (1988): Alfalfa production as influenced by pest stress and early first harvest in Oklahoma. Crop Prod. 7, S. 190 - 197
- SCHMIDT, L., MÄRTIN, B. (1984): Ertragsvorausschätzung bei etablierten Luzernebeständen. Wiss. Z. Univ. Halle

Zur Schätzung der Stickstoffbindung durch Weißklee auf Dauergrünland

Friedrich Weißbach

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL)
Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung

1. Einleitung

Für die Aufstellung von Stickstoffbilanzen müssen alle dem jeweiligen System (Betrieb bzw. Schlag) jährlich zufließenden bzw. aus diesem abgeführten Stickstoffmengen ermittelt werden. Während das im Hinblick auf die meisten Größen (N-Zufuhr mit Handels- bzw. Wirtschaftsdüngern und Kraftfutter, N-Abfuhr mit Ernteprodukten und tierischen Erzeugnissen) hinreichend zuverlässig möglich ist, fehlt bisher eine Methode zur Quantifizierung des N-Inputs über die symbiontische N_2 -Fixierung durch Leguminosen.

Im folgenden wird ein Vorschlag zur Schätzung der N_2 -Fixierung von Weißklee im Pflanzenbestand von Dauergrünland unterbreitet. Dieser Vorschlag beruht auf einer Auswertung der von anderen Autoren hierzu veröffentlichten Versuchsergebnisse.

2. Ältere Versuchsergebnisse

Die meisten der in der sehr umfangreichen Fachliteratur zu findenden Ergebnisse zur N_2 -Fixierung wurden mit der sogenannten klassischen Differenzmethode gewonnen, die auf einem Vergleich des N-Ertrags von Pflanzenbeständen mit bzw. ohne Weißkleeanteil bei gleicher Düngung und unter auch sonst gleichen Bedingungen beruht. Die Anwendung dieser Methode setzt voraus, daß die Leguminosen den bodenbürtigen oder durch Düngung zugeführten Stickstoff mit gleicher Effizienz wie die Referenzpflanzen nutzen (DYCKMANS, 1986). Wie inzwischen nachgewiesen wurde (BOLLER und NÖSBERGER, 1987), trifft diese Annahme nicht ganz zu. Die so gewonnenen Ergebnisse sind deshalb mit einem gerichteten Fehler behaftet, der die Fixierungsleistungen zu hoch erscheinen läßt. Abgesehen davon schwanken die mitgeteilten Fixierungsleistungen je Hektar und Jahr in extrem weiten Grenzen (CRUSH, 1987). Die je Mengeneinheit Klee als fixiert ermittelten Beträge an Stickstoff liegen teils außerhalb des Bereiches physiologischer Plausibilität, so daß sie Verallgemeinerungen kaum zulassen. Erst die in den letzten 20 Jahren verstärkt eingesetzte ^{15}N -Isotopenverdünnungs-Methode hat hier mehr Klarheit gebracht.

3. Neuere Versuchsergebnisse

Die tatsächliche Menge an fixiertem Stickstoff je dt Kleetrockensubstanz in Weißklee-Gras-Gemischen läßt sich aus umfangreichen und sehr systematischen Versuchsreihen ableiten, die unter Nutzung der ^{15}N -Isotopenverdünnungs-Methode in der Schweiz durchgeführt wurden (BOLLER und NÖSBERGER, 1987; NESHEIM et al., 1990; SERESINHE et al. 1994). In der Regel sind von den Autoren zwei Größen gemessen und angegeben worden, der symbiontische N in den oberirdischen, erntbaren Pflanzenorganen des Klees und der zum Mischungspartner Gras, gleichfalls in die erntbaren Pflanzenteile, transferierte N. Die Summe aus beiden Beträgen soll als Fixierungsleistung und damit als Maß für den Zuwachs an pflanzenverfügbarem N symbiontischer Herkunft betrachtet werden.

4. Ableitung einer Schätzgleichung

Aus den von den genannten Autoren mitgeteilten Meßergebnissen wurden die N₂-Fixierungsleistungen und die Trockensubstanzerträge des Klees errechnet und für den Zusammenhang zwischen beiden Größen die folgende Regression ermittelt:

$$y = 3,99 x - 0,0094 x^2 \quad s_r = 27,2 \quad B = 0,935$$

In der Gleichung bedeuten y die fixierte N-Menge je ha einschließlich des N-Transfers vom Klee zum Gras und x den Klee-Ertrag in dt TM/ha.

Alle hier einbezogenen Meßergebnisse stammen aus Versuchen mit Klee-Gras-Gemischen mit unterschiedlichen, teilweise sehr hohen Kleeanteilen (9 bis 92 %, TM-Basis) und von Versuchspartzellen ohne N-Düngung bzw. mit 30 kg N je Hektar und Schnitt.

5. Einfluß des Düngungsniveaus

Ein Resultat der Untersuchungen mit der ¹⁵N-Isotopenverdünnungs-Methode ist, daß die auf die Menge an Weißklee bezogene Fixierungsleistung bei steigender N-Düngung nur wenig reduziert wird, und das auch erst bei relativ hohem Düngungsniveau. Der bekannte Rückgang der Fixierungsleistung eines Klee-Gras-Bestandes mit zunehmender N-Düngung vollzieht sich demnach ganz überwiegend durch die Verminderung des Kleeanteils und viel weniger durch eine Reduktion der Fixierungseffizienz des vorhandenen Klees. Bei sehr hohem Düngungsniveau kann dieser Effekt aber nicht vernachlässigt werden. Seine Abschätzung ist anhand des prozentualen Anteils des symbiontisch fixierten N im Weißklee möglich.

6. Korrektur für die N-Düngung

Mit dem Ziel der Gewinnung einer Korrekturgröße, mit der die zunächst unabhängig von der N-Versorgung geschätzte Fixierungsleistung zu berichtigen wäre, wurden alle Einzelwerte des symbiontischen N-Anteils im Weißklee aus den Arbeiten von NESSHEIM et al. (1990) sowie SERESINHE et al. (1994) mit der jeweiligen Düngergabe je Hektar und Schnitt verrechnet. Die entsprechende Regressionsgleichung, in der y den prozentualen Anteil des fixierten Stickstoffs am Gesamtstickstoff und x die N-Düngergabe in kg je ha und Nutzung symbolisieren, lautet:

$$y = 90 - 0,00323 x^2 \quad s_r = 4,9 \quad B = 0,679$$

Ohne Düngung stammten somit im Durchschnitt 90 % des Stickstoffs im Weißklee aus der Fixierung. Der niedrigste Einzelwert betrug 63 % bei 80 kg N/ha Schnitt. Um einen Korrekturfaktor für die zunächst ohne Berücksichtigung der Düngung geschätzte Fixierungsleistung zu erhalten, wurde der prozentuale Anteil an symbiontischem N (N_{sym} allgemein) ins Verhältnis zu diesem Anteil auf den ungedüngten Flächen (N_{sym} ohne N) gesetzt:

$$\frac{N_{\text{sym}} \text{ allgemein}}{N_{\text{sym}} \text{ ohne N}} = \frac{90 - 0,00323 x^2}{90}$$

woraus als Korrekturfaktor (F) folgt:

$$F = 1 - 0,0000359 x^2$$

Dieser Korrekturfaktor kann jetzt in die erste Regressionsgleichung eingefügt werden.

7. Vorzuschlagende Schätzgleichung

Die Schätzgleichung für die N₂-Fixierungsleistung des Weißkleees eines Dauergrünlandbestandes unter Einschluß der Korrektur für unterschiedliches Düngungsniveau lautet (bei gerundeten Konstanten) nunmehr:

$$\text{N}_2\text{-Fixierung in kg N/ha \cdot Jahr} = (4,0 x_1 - 0,01 x_1^2) (1 - 0,000036 x_2^2)$$

Darin bedeuten x_1 den Weißklee-Ertrag in dt TM je Hektar und Jahr und x_2 das Düngungsniveau in kg N je Hektar und Schnitt. Die vorliegenden Daten, aus denen der Einfluß der Düngung abgeleitet wurde, beziehen sich auf die N-Gabe je Schnitt und nicht auf die je Vegetationsjahr, die Zielgröße der Schätzung, nämlich die Fixierungsleistung, dagegen auf ein Jahr. Das verlangt Festlegungen für die praktische Anwendung der Gleichung, z. B. dann, wenn sich die Höhe der Einzelgaben pro Schnitt, wie allgemein üblich, unterscheidet. Hier sind Kompromisse notwendig. Für die praktische Nutzung der Schätzgleichung wird deshalb vorgeschlagen, die Jahresgabe an Stickstoff je Hektar durch die Anzahl der Nutzungen zu teilen und die so ermittelte durchschnittliche Düngung je Nutzung in die Gleichung einzusetzen, unabhängig davon, wie sich die Gesamtgabe auf die einzelnen Aufwüchse verteilt. Für die Standweide wird empfohlen, als fiktive Zahl generell 5 Nutzungen zu unterstellen.

8. Schätzergebnisse

In Tabelle 1 werden für unterschiedliche Ertragsniveaus, Weißkleeanteile und Düngungsintensitäten einige Eckwerte der Fixierungsleistung, wie sie sich aus der Schätzgleichung errechnen, angegeben. Sie sollen einen Eindruck vermitteln, welche Größenordnung die symbiotische N₂-Fixierung nach dieser Methode erreicht. Die für ältere Pflanzenbestände (Dauergrünland oder bereits mehrjährig genutzte Ansaaten) weniger wahrscheinlichen Kombinationen aus Weißkleeanteil und Gesamtertrag sind weggelassen worden. Sie können bei Bedarf für jeden Sonderfall mit Hilfe der Gleichung berechnet werden. Beschränkt man sich auf den angegebenen, unter Praxisbedingungen im allgemeinen zu erwartenden Variationsbereich, so werden Fixierungsleistungen von mehr als 100 kg N/ha/Jahr nur selten erreicht; meist liegen sie deutlich darunter.

Wie diese Zahlen außerdem zeigen, sind die oben diskutierten Kompromisse bei der Berechnung der Düngungsintensität in Anbetracht des im allgemeinen nur geringen Einflusses dieses Faktors auf das Schätzergebnis vertretbar. Bis zu 30 kg N je Hektar und Nutzung kann der Einfluß des Düngungsniveaus überhaupt vernachlässigt werden. Die Genauigkeit dieser Schätzungen dürfte in der Praxis viel stärker durch die Probleme einer zutreffenden Ermittlung des Ertrages und vor allem des Weißkleeanteils begrenzt werden.

Tabelle 1: Schätzwerte für die jährliche N₂-Fixierungsleistung von Weißklee in älteren Grünlandbeständen entsprechend der empfohlenen Gleichung

Gesamt- ertrag dt TM/ha	kg N/ha bei einem Weißkleeanteil von					
	5%	10%	20%	30%	40%	50%
ohne N-Düngung						
40	8	16	31	47	61	76
60	12	24	47	69	90	111
80	16	31	61	90	118	...
100	20	39	76	111	...	...
gedüngt mit 40 kg N/ha/Nutzung						
60	11	22	44	65	85	...
80	15	30	58	85	...	...
100	19	37	72	...	...	...
120	22	44	...	...	...	...
gedüngt mit 80 kg/ha/Nutzung						
80	12	24	47	69	...	...
100	15	30	58	...	...	...
120	18	36	...	...	...	...
140	21	...	...	...	...	...

9. Literatur

- BOLLER, B. C. and J. NÖSBERGER, 1987: Symbiotically fixed nitrogen from field-grown white and red clover mixed with ryegrasses at low levels of ¹⁵N-fertilization. - Plant and Soil, 104, S. 219-226
- CRUSH, J. R., 1987: Nitrogen fixation. - In: Baker, M. J. and W.M. Williams, (ed.): White clover. - C.A.B. International, Wallingford, UK
- DYCKMANS, A., 1986: Die Bedeutung des Weißklee (*Trifolium repens L.*) im Dauergrünland - sein Beitrag zur Ertragsleistung und Stickstoffversorgung bei abgestuft intensiver Nutzung. - Dissertation, Univ. Hohenheim, S. 1-144
- NESHEIM, L., B.C. BOLLER, J. LEHMANN and U. WALTER, 1990: The effect of nitrogen in cattle slurry and mineral fertilizers on nitrogen fixation by white clover. - Grass and Forage Sci., 45, S. 91-97
- SERESINHE, T., U.A. HARTWIG, W. KESSLER and J. NÖSBERGER, 1994: Symbiotic nitrogen fixation of white clover in a mixed sward is not limited by height of repeated cutting. - J. Agronomy & Crop Sci., 172, S. 279-288

Die Schätzung von Verdaulichkeit und energetischem Futterwert mittels der Cellulase-Methode bei Gras und Grasprodukten

Friedrich Weißbach*, Siegfried Kuhla** und Ludwig Schmidt*

* Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL)
Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung

** Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere
Forschungsbereich Ernährungsphysiologie „Oskar Kellner“, Rostock

1. Einleitung

In der praktischen Futterbewertung werden gegenwärtig unterschiedliche Methoden angewendet, um von den Ergebnissen einer Laboruntersuchung auf den Energiegehalt von Grundfuttermitteln zu schließen. Dabei hat sich gezeigt, daß die Zuverlässigkeit der Ergebnisse dadurch verbessert werden kann, daß neben chemischen Untersuchungsmethoden auch solche einbezogen werden, die unter Nutzung von Pansensaft oder Enzympräparaten den Verdauungsprozeß im Tierkörper simulieren. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Eignung der Cellulase-Methode nach DE BOEVER et al. (1986; beschrieben bei NAUMANN und BASSLER, 1993) für die Schätzung des Gehaltes an umsetzbarer Energie in Grundfuttermitteln zu erproben und an Verdauungsversuchen mit Schafen geeichte Schätzgleichungen aufzustellen.

2. Material und Methoden

Für die Ableitung dieser Schätzgleichungen wurde ein mathematisches Modell benutzt, in welchem zunächst die Gehalte an verdaulicher organischer Substanz, verdaulichem Rohfett und verdaulicher Rohfaser einzeln jeweils anhand des Gehaltes an enzymunlösbarer organischer Substanz (Rückstand der enzymatischen Hydrolyse = RE) geschätzt und diese Funktionen anschließend zu einer Gleichung zusammengefaßt werden. Dabei erfolgte die Berechnung der umsetzbaren Energie nach der neuen, vom Ausschuß für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie beschlossenen und damit jetzt verbindlichen Formel (GfE, 1995).

Die Verdauungsversuche wurden mit je 4 Paralleltieren bei strikter Standardisierung der Prüfrationen nach den Empfehlungen dieses Ausschusses durchgeführt. Für die Ableitung der Gleichungen wurden 90 und für die unabhängige Validierung der Gleichungen 72 Ergebnisse von eigenen Verdauungsversuchen herangezogen. Die Datensätze umfaßten Futtermittel vom ersten wie auch von den Folgeaufwüchsen. Außer frischem Grünfutter waren Versuche mit Grassilagen, Heu und heißluftgetrocknetem Gras einbezogen. Nicht erfaßt wurde jedoch Material von extremen Spätschnitten mit einer Verdaulichkeit der organischen Substanz von weniger als 60 %.

3. Ergebnisse

In Übersicht 1 sind zunächst die verbindliche Berechnungsgleichung für die umsetzbare Energie (ME) sowie das daraus abgeleitete mathematische Modell angegeben. Darin repräsentieren die Faktoren k_1 bis k_4 den Einfluß der einzelnen Nährstofffraktionen auf den ME-Gehalt. XP ist der Gehalt an Rohprotein; DXL und DXF sind die Gehalte an verdaulichem Rohfett bzw. verdaulicher Rohfaser.

Übersicht 1: Schätzung der ME von Gras und Grasprodukten für Wiederkäuer

Verbindliche Berechnungsgleichung:

$$ME \text{ [MJ/kg TM]} = k_1 XP + k_2 DXL + k_3 DXF + k_4 (DOMD - DXL - DXF)$$

Modell:

$$ME \text{ [MJ/kg TM]} = k_4 DOMD + (k_2 - k_4) DXL + (k_3 - k_4) DXF + k_1 XP$$

Konstanten und Funktionen:

$k_1 = 0,00234$ MJ/g XP	$DOMD = OM - uvOM$	g/kg TM
$k_2 = 0,0312$ MJ/g DXL	$uvOM = 60 + 0,678 RE$	g/kg TM
$k_3 = 0,0136$ MJ/g DXF	$DXL = 20 - 0,037 RE$	g/kg TM
$k_4 = 0,0147$ MJ/g (DOMD - DXL - DXF)	$DXF = 170 + 0,168 RE$	g/kg TM

Schätzgleichung:

$$ME \text{ [MJ/kg TM]} = 13,96 - 0,0147 XA - 0,0108 RE + 0,00234 XP$$

$$\text{Schätzfehler: } s_{\text{gesamt}} = 2,8 \%$$

Um den Gehalt an verdaulicher organischer Substanz (DOMD) schätzen zu können, wurde die angegebene Regression für den Zusammenhang zwischen der unverdaulichen organischen Substanz (uvOM) und RE berechnet. Für die Gewinnung von Korrekturgrößen zur Erfassung des Effektes unterschiedlicher Gehalte an DXL und DXF sind die gleichfalls angegebenen Regressionen berechnet worden. Durch Einsetzen der verbindlichen Zahlenwerte für k_1 bis k_4 (GfE, 1995) sowie der aus den Verdauungsversuchen berechneten Regressionen in das Modell, erhielten wir die angegebene Schätzgleichung für ME.

Vergleichsweise wurden die analogen Regressionen mit dem Gehalt an XF statt RE als unabhängiger Variable berechnet und nach demselben Modell wie oben beschrieben Schätz-

gleichungen abgeleitet. In Tabelle 1 sind die Standardschätzfehler der verschiedenen Gleichungen sowie die Ergebnisse der unabhängigen Validierung dargestellt. Sie zeigen, daß es unter Nutzung der Cellulase-Methode möglich ist, trotz der Zusammenfassung von Gras aus Frühjahrs-, Sommer- und Herbstaufwüchsen sowie von Frischfutter, Silagen und Trockenfutter eine hinreichend genaue Schätzung des Futterwertes mit nur einer Gleichung zu erreichen.

Tabelle 1: Fehler der Schätzgleichungen für ME

Anwendung der Gleichungen auf	Gesamtschätzfehler der Gleichungen in %		
	A	B	C
Eichproben (Anpassungskontrolle)	2,8	4,6	4,5
Testproben (unabhängige Validierung)	3,5	5,0	4,8

A: Gleichung auf Basis RE; B: auf Basis XF linear; C: auf Basis XF quadratisch

Wie die Ergebnisse zeigen, führte das analoge Vorgehen unter Verwendung der Rohfaser zu bedeutend ungenaueren Ergebnissen, selbst dann, wenn ein quadratisches Glied in die Gleichung eingefügt wurde. Ein vertretbarer Schätzfehler scheint bei Verwendung der Rohfaser nur dann möglich, wenn spezielle Gleichungen für die einzelnen Aufwüchse (erster bzw. Folgeaufwüchse) und Zustandsformen (Frischfutter, Silage, Heu) des Grases berechnet werden.

4. Fazit

Der Vorteil der auf der Cellulase-Methode und dem verwendeten Modell beruhenden Schätzgleichung für ME ist damit offensichtlich. Durch das gleiche Vorgehen lassen sich zwanglos auch Schätzgleichungen für DOMD und die Verdaulichkeit der organischen Substanz (DOM) angeben.

Die einzige Einschränkung, die für eine Anwendung dieser Gleichungen, zumindest vorläufig, gemacht werden muß, betrifft den Bereich extrem niedriger Verdaulichkeit (DOM wesentlich unter 60 %), weil Meßergebnisse für derartige Futtermittel bisher nicht in die Ableitung der Gleichung einbezogen waren.

Analoge Schätzgleichungen wurden inzwischen auch für andere Grundfutterarten wie Leguminosen und Zuckerrübenblatt erarbeitet (WEISSBACH et al., 1996 a).

Für die Berechnung des Gehaltes an Nettoenergie-Laktation (NEL) aus dem an ME ist von uns darüber hinaus ein vereinfachtes Verfahren vorgeschlagen (WEISSBACH et al., 1996 b) und eine für praktisch alle Futterarten anwendbare Gleichung dazu vorgelegt worden.

Übersicht 2 enthält eine Zusammenstellung aller von uns im Ergebnis dieser Untersuchungen für Gras und Grasprodukte empfohlenen Gleichungen zur Schätzung der Verdaulichkeit und des energetischen Futterwertes.

Übersicht 2: Schätzgleichungen für Gras und Grasprodukte
(Analysenangaben in g/kg TM)

DOMD	[g/kg TM]	= 940 - XA - 0,678 RE
DOM	[%]	= 100 (940 - XA - 0,678 RE) / (1000 - XA)
ME	[MJ/kg TM]	= 13,96 - 0,0147 XA - 0,0108 RE + 0,00234 XP
NEL	[MJ/kg TM]	= ME [0,46 + 12,38 ME / (1000 - XA)]

Literatur:

DE BOEVER et al. in: K. NAUMANN und R. BASSLER, 1993: Methodenbuch III.3. Erg., Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, VDLUFA-Verlag Darmstadt

GfE, 1995: Mitteilungen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 4, S. 121-123

WEISSBACH, F. S. KUHLA und L. SCHMIDT, 1996 a: Schätzung der umsetzbaren Energie von Grundfutter mittels einer Cellulase-Methode. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 5, S. 115

WEISSBACH, F., L. SCHMIDT und S. KUHLA, 1996 b: Vereinfachtes Verfahren zur Berechnung der NEL aus der umsetzbaren Energie. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 5, S. 117

Leistungsfähigkeit von Ackergras- und Klee grasbeständen auf lehmigen Sandböden Schleswig-Holsteins

von

Rainer Wulfes*, Friedhelm Taube** und Hartmut Ott*

* Fachbereich Landbau, Fachhochschule Kiel

** Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Universität Kiel

1. Einleitung

Über die vergleichende Bewertung verschiedener Produktionsintensitäten im Ackergras- und Klee grasanbau gibt es in den letzten 20 Jahren nur wenige Versuchsergebnisse in Schleswig-Holstein (WACHENDORF, 1995; TETEN und KORNER, 1995). Dies ist um so verwunderlicher, als gerade der Ackergrasanbau in diesem Zeitraum mit fast 40.000 ha Anbaufläche eine wesentliche Säule der Winterfutterbereitstellung darstellt. Neben Fragen nach der Höhe der optimalen N-Intensität im Hinblick auf Ertrag, Rohproteingehalt und Restnitratmengen am Ende der Vegetationsperiode ist insbesondere der Einflußkomplex der Nutzungshäufigkeit in seinen Auswirkungen auf Ertrag und Qualität unter den Standortbedingungen Schleswig-Holsteins von großer Relevanz. Vor diesem Hintergrund wurde 1992 auf dem Versuchsfeld Ostfeld des FB Landbau der FH Kiel ein Versuch angelegt, um die beschriebenen Fragen zu beantworten. Die abgeschlossenen dreijährigen Versuche werden in den folgenden Ausführungen vorgestellt.

2. Material und Methoden

Übersicht 1 beschreibt die Versuchsanlage und die gewählten Versuchsfaktoren.

Übersicht 1: Versuchsaufbau und untersuchte Merkmale

Versuchsstandort: Ostfeld (RD); Bodenart: IS, ca. 40 Bodenpunkte

Versuchsanlage: Spaltanlage mit 4 Wiederholungen

Versuchsfaktoren **Faktorstufen**

1. Nutzungshäufigkeit: 4-Schnittnutzung

5-Schnittnutzung

2. N-Düngung: 0, 100, 200, 300, 400 kg ha⁻¹ Jahr⁻¹

ergänzend in ungedüngten Varianten:

3. Kleeart/-sorte: Rotklee 'Maro', (4n)

Rotklee 'Marino', (2n)

Weißklee 'Gigant', var. giganteum

Ansaatmischungen:

Welsches Weidelgras: 40 kg ha⁻¹, je 50 % 'Lema' und 'Lemtal'

Rotklee gras: 12 kg ha⁻¹ Klee

20 kg ha⁻¹ Welsches Weidelgras (je 50 % 'Lema' u. 'Lemtal')

Weißklee gras: 6 kg ha⁻¹ Klee

20 kg ha⁻¹ Welsches Weidelgras (je 50 % 'Lema' u. 'Lemtal')

Aussaat: Blanksaat jeweils Anfang September 1992, 1993, 1994

Prüfungszeitraum: jeweils 1. Hauptnutzungsjahr in den Jahren 1993, 1994, 1995.

Untersuchte Parameter: TM-Ertrag, Energiekonzentration (NIRS, Menke und Steingass, 31e), Energieertrag, RP-Gehalt (NIRS, Kjeldahl), N-Ertrag, N_{min}-Gehalt des Bodens zu Vegetationsende.

Die Wirkung der N-Düngung auf die untersuchten Parameter der Ackergrasbestände wird in Form von Regressionen (N-Produktionsfunktionen: $x = \text{kg N/ha/Jahr}$) getrennt für beide Nutzungsregime dargestellt. Hier interessierte insbesondere der Leistungsvergleich verschiedener Rotklee-Grasgemenge gegenüber Weißklee-Grasgemengen. Dies ist deshalb von Bedeutung, weil einerseits durch sehr enge Rotklee-Grasfruchtfolgen die Gefahr von Fruchtfolgekrankheiten beim Rotklee (Kleekrebs) deutlich zunimmt und weil andererseits der Weißklee wesentlich unempfindlicher gegen Fruchtfolgekrankheiten ist.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Produktivitäts- und Qualitätsmerkmale werden als über die Nutzungen aufsummierte Jahreserträge bzw. gewichtete Jahresdurchschnittswerte dargestellt. Alle ausgewählten Merkmale, sowohl der gedüngten Grasvarianten als auch der ungedüngten Klee-Grasvarianten, waren in ihrer Ausprägung signifikant durch das Jahr beeinflusst. Die Wirkungsrichtung der untersuchten Faktoren Nutzungshäufigkeit und N-Düngung bzw. Kleeart/-sorte war jedoch kaum vom Jahr beeinflusst, so daß hier gemittelte Werte über die 3 Versuchsjahre präsentiert werden.

3.1. Welsches Weidelgras

Beide Hauptfaktoren (N-Düngung, Nutzungshäufigkeit) hatten signifikanten Einfluß auf die erhobenen Leistungsmerkmale. Lediglich der N-Ertrag und die N_{\min} -Gehalte zu Vegetationsende waren nicht durch die Nutzungshäufigkeit geprägt. Die N-Produktionsfunktionen ($x = \text{kg N/ha/Jahr}$) für die untersuchten Merkmale lauten:

TM-Ertrag:	4-Schnitt: $TM (\text{dt/ha/Jahr}) = 58.9 + 0.548x - 0.000755x^2$; $B = 0.65^{***}$; $s = 27$
	5-Schnitt: $TM (\text{dt/ha/Jahr}) = 52.7 + 0.429x - 0.000475x^2$; $B = 0.68^{***}$; $s = 25$
NEL-Ertrag:	4-Schnitt: $NEL (\text{GJ/ha/Jahr}) = 37.7 + 0.316x - 0.000456x^2$; $B = 0.63^{***}$; $s = 16$
	5-Schnitt: $NEL (\text{GJ/ha/Jahr}) = 34.5 + 0.270x - 0.000320x^2$; $B = 0.67^{***}$; $s = 15$
RP-Gehalt:	4-Schnitt: $RP (\% \text{ TM}) = 6.99 + 0.012x$; $B = 0.61^{***}$; $s = 1.4$
	5-Schnitt: $RP (\% \text{ TM}) = 8.11 + 0.013x$; $B = 0.56^{***}$; $s = 1.6$
NEL-Gehalt:	4-Schnitt: $NEL (\text{MJ/kg TM}) = 6.30 - 0.000948x$; $B = 0.55^{***}$; $s = 0.12$
	5-Schnitt: $NEL (\text{MJ/kg TM}) = 6.54 - 0.000856x$; $B = 0.39^{***}$; $s = 0.15$
N-Ertrag:	4-Schnitt: $N (\text{kg/ha/Jahr}) = 73.3 + 0.573x$; $B = 0.87^{***}$; $s = 31.2$
	5-Schnitt: $N (\text{kg/ha/Jahr}) = 68.2 + 0.617x$; $B = 0.96^{***}$; $s = 17.7$

Die TM-Ertragswirkung der N-Düngung war, abgesehen von einem Niveauunterschied von 9 % zugunsten der 4-Schnittvariante, nicht gesichert von der Nutzungshäufigkeit abhängig. Während die Stickstoffwirkung auf den Ertrag zwischen 0 und 300 kg N-Düngeraufwand je ha nahezu linear ist, erbrachte eine Steigerung der N-Düngung von 300 auf 400 kg N/ha/Jahr im Mittel über beide Nutzungsregime einen Ertragszuwachs von nur noch durchschnittlich 6 dt TM/ha/Jahr. Um eine Aussage über die ökonomisch sinnvolle Höhe der N-Düngung zu erhalten, wird als grobes Maß häufig der Grenzertrag herangezogen. Werden mit dem letzten eingesetzten Kilogramm Stickstoffdünger Mehrerträge von mehr als 10 kg Trockenmasse erzielt, ist von einer ökonomisch sinnvollen Verwertung des eingesetzten Düngestickstoffs auszugehen. Dieser Grenzertrag von 10 kg TM je kg N-Dünger wird im Mittel der Jahre bei viermaliger Nutzung bei etwa 290 kg N/ha erreicht und bei fünfmaliger Nutzung bei etwa 340 kg N/ha. Daß die Aussagekraft dieses Grenzertrages als Beratungsgrundlage begrenzt ist, wird später im Zusammenhang mit den N_{\min} -Werten bzw. Bilanzen diskutiert.

Der durchschnittliche Rohproteingehalt übers Jahr liegt bei der häufigeren Nutzung im Mittel der N-Varianten um 1 %-Punkt höher. Unabhängig von der Nutzungshäufigkeit steigt der RP-Gehalt pro 100 kg gedüngtem Stickstoff um 1.2 bis 1.3 % Punkte an. Insgesamt liegen die mittleren RP-Gehalte auf niedrigem Niveau, da selbst in der höchsten N-Stufe bei 5-maliger Nutzung nur 13.3 % RP erreicht werden. Die durchschnittliche Energiekonzentration der

Trockenmasse konnte durch eine 5-Schnittnutzung im Mittel der geprüften N-Stufen gesichert um 0.25 MJ NEL/kg TM gesteigert werden. Pro 100 kg N/ha/Jahr Stickstoffeinsatz verringert sich der Energiegehalt um 0.09 MJ NEL/kg TM. Durch die höhere Energiekonzentration bei häufigerer Nutzung verringern sich die Ertragsunterschiede zwischen den Nutzungsregimen, zieht man den **Energieertrag** als Vergleichsmaßstab heran. Im Mittel der N-Stufen bewirkt eine häufigere Nutzung nur einen Ertragsabfall von 4 GJ NEL/ha/Jahr.

Die **N-Aufnahme** durch die Bestände steht im Mittel der Jahre in enger Beziehung zur Höhe der N-Düngung. Für den Faktor Nutzungshäufigkeit konnte dagegen kein Einfluß nachgewiesen werden. Der N-Entzug von der Fläche liegt bei ungedüngten Beständen unter den gegebenen Bedingungen bei ca. 70 kg N/ha/Jahr. Im Mittel der Jahre steigt der N-Ertrag unabhängig von der Nutzungsfrequenz um ca. 0.6 kg N/ha/Jahr pro gedüngtem kg Stickstoff. Damit wird der Düngerstickstoff zu etwa 60 % (scheinbar) ausgenutzt.

Eine hinsichtlich des Schätzfehlers bessere Abschätzung des N-Entzuges von der Fläche, z. B. für die vereinfachte Erstellung von Nährstoffbilanzen auf der Basis von bekannten TM-Erträgen und N-Düngungsmengen, kann über eine multiple Regression erfolgen, in der der N-Ertrag (kg N/ha/Jahr) über die unabhängigen Variablen TM-Jahresertrag (dt TM/ha/Jahr) und N-Düngungshöhe (kg N/ha/Jahr) berechnet wird:

$$N\text{-Ertrag} = 1.68 \cdot TM + 0.0036 \cdot TM \cdot N - 0.0069 \cdot TM^2; B = 0.96; s = 18.0$$

Im Mittel aller Jahre, Nutzungsregime und Wiederholungen beträgt der Schätzfehler für diese Regression nur 18 kg N/ha/Jahr, das heißt, diese Beziehung ist vergleichsweise stabil gegenüber den unterschiedlichen Jahres- und Standort-/Schlageffekten.

Hinsichtlich der **Restnitratmenge vor Winter** in der Folgefrucht Winterweizen (Umbruch: 2. Okt.-dekade; N_{\min} -Probenahme: 2. Nov.-dekade) als Parameter für das N-Verlustpotential über Winter ist kein Einfluß der Nutzungshäufigkeit festzustellen. Erst bei der höchsten N-Düngungsstufe von 400 kg N/ha/Jahr steigen die N_{\min} -Gehalte auf Werte um 30 kg N/ha und damit gesichert über das in den unteren Düngungsstufen sehr niedrige Niveau von 10 kg N/ha.

3.2. Klee-gras-Gemenge

Tabelle 1 zeigt den Einfluß der **Nutzungshäufigkeit** auf die untersuchten Parameter. Im Mittel der 3 Versuchsjahre hatte die Nutzungshäufigkeit keinen Einfluß auf die Jahres-NEL- und N-Erträge. Im Vergleich zur 4 Schnittnutzung stieg bei 5-Schnittnutzung der durchschnittliche NEL-Gehalt um 0.2 MJ/kg TM (rel. 3 %), der RP-Gehalt um 2 %-Punkte (rel. 13 %), während der TM-Ertrag um 7 dt/ha (rel. 7 %) sank.

Tab. 1: Einfluß der Nutzungshäufigkeit auf Leistungsmerkmale der Klee-gras-Gemenge

Ostenfeld (IS); Begleitgras Welsches Weidelgras; Mittel 3 Jahre, 3 Klee-Genotypen, 4 Wdh

Schnittregime	TM dt/ha	NEL MJ/kg TM	NEL GJ/ha	RP % TM	N kg/ha	N_{\min} kg/ha
4-Schnitt	102.5 ^a	6.49 ^b	66.34	14.3 ^b	235	10
5-Schnitt	95.3 ^b	6.68 ^a	63.54	16.2 ^a	244	10
GD _{0.05}	5.1 ^{**}	0.04 ^{***}	ns	0.5 ^{***}	ns	ns

Mittelwerte mit gleichen Buchstaben sind nicht gesichert unterschiedlich

Tab. 2: Einfluß des Klee-Genotyps auf Leistungsmerkmale der Klee-gras-Gemenge

Ostenfeld (IS); Begleitgras Welsches Weidelgras; Mittel 3 Jahre, 2 Schnittregime, 4 Wdh

Klee-Genotyp	TM dt/ha	NEL MJ/kg TM	NEL GJ/ha	RP % TM	N kg/ha	N_{\min} kg/ha
RK-Maró (4n)	105.0 ^a	6.57 ^a	68.74 ^a	15.8 ^a	262 ^a	10
RK-Marino (2n)	98.6 ^b	6.58 ^a	64.67 ^b	15.4 ^a	240 ^b	10
WK-Gigant	93.2 ^b	6.61 ^a	61.40 ^b	14.6 ^b	216 ^c	10
GD _{0.05}	6.3 ^{**}	ns	4.03 ^{**}	0.7 ^{**}	20 ^{***}	ns

Der Einfluß der geprüften **Kleegenotypen** drückt sich hauptsächlich in unterschiedlichen Ertragsleistungen bei gleicher Energiekonzentration aus (Tab. 2). Zwischen den Sorten traten Ertragsunterschiede von 11 % auf. Höchste Erträge erbrachten die Klee-Grasgemenge mit der tetraploiden Rotklee-Sorte Maro. Die hochwachsende Weißklee-Sorte Gigant entspricht in ihrer Ertragsleistung der diploiden Rotklee-Sorte Marino und ist damit zur Auflockerung rotklee-reicher Fruchtfolgen durchaus geeignet. Die N_{\min} -Gehalte unter den Klee-Grasbeständen waren zu Vegetationsende auf niedrigem Niveau und von den geprüften Faktoren unbeeinflusst.

3.3. Relevanz der Ergebnisse vor dem Hintergrund der Düngeverordnung

Bei der Besprechung der Ermittlung der ökonomisch sinnvollen N-Intensitäten zu Acker-Grasbeständen mittels des Grenzertrages hatten wir oben darauf hingewiesen, daß dies ein sehr grober Ansatz ist. Zum einen hängt dieser ökonomisch sinnvolle Grenzertrag stark von einzelbetrieblichen veränderlichen Rahmenbedingungen ab (Krafftutterpreis, N-Düngerpreis, Pachtpreis, Preis alternativer Grundfutter), zum zweiten werden Aspekte der Futterqualität (Rohproteingehalt) nicht gewürdigt und schließlich fehlt die ökologische Komponente vollkommen. Eine aus unserem Datenmaterial abgeleitete einfache Feldbilanz für den Faktor Stickstoff (N-Düngung - N-Entzug):

$$N\text{-Bilanz (kg N/ha/Jahr)} = -70.8 + 0.405 \cdot N\text{-Düngung (kg N/ha/Jahr)}$$

zeigt, daß N-Düngermengen von deutlich über 200 kg N/ha und Jahr N-Bilanzüberschüsse zur Folge haben. In Verbindung mit den zur Verfügung stehenden N_{\min} -Daten kann somit festgehalten werden, daß N-Intensitäten im Bereich von 300 kg N/ha und Jahr Bilanzüberschüsse von durchschnittlich 50 kg N/ha induzieren, die jedoch kurzfristig (N_{\min} -Werte vor Winter) nicht zu höheren Nitratwerten im durchwurzelbaren Bodenhorizont führen. N-Intensitäten im Bereich von 400 kg N/ha führen zu durchschnittlichen Bilanzüberschüssen von über 90 kg N/ha und gesichert steigenden N_{\min} -Werten im Oberboden vor Winter.

4. Fazit

- Die Versuchsergebnisse zeigen, daß eine Erhöhung der Schnittfrequenz von 4 auf 5 Schnitte eine durchschnittliche Erhöhung der Energiedichte um 0.25 MJ NEL/kg TM und eine durchschnittliche Erhöhung des Rohproteingehaltes um 1 % RP zur Folge hat. Der Trockenmasseertrag sinkt bei Erhöhung der Schnittfrequenz durchschnittlich um 9 %, der Energieertrag je ha wird dagegen nur unwesentlich durch die Nutzungshäufigkeit beeinflusst. Es ist einzelbetrieblich zu prüfen, inwieweit die gemessene Erhöhung der Futterqualität die Kosten für eine zusätzliche Nutzung rechtfertigt.
- Unter den Ostfelder Standortbedingungen werden bei N-Intensitäten von etwa 200 kg/ha ausgeglichene N-Bilanzen erzielt („Düngung nach Entzug“). Bei „ökonomisch optimalen“ N-Düngungsintensitäten (Grenzertrag 10 kg TM/kg N) von etwa 300 kg N/ha treten dagegen Bilanzüberschüsse in der Größenordnung von 50 kg/ha/Jahr auf, in Einzeljahren bzw. unter ungünstigen Witterungsbedingungen auch deutlich mehr.
- Beim Klee-Grasanbau erzielen die Gemenge mit der tetraploiden Rotklee-Sorte Maro die höchsten Erträge. Aufgrund der durchweg höheren Energiedichte dieser Klee-Grasgemenge gegenüber den gedüngten Grasbeständen werden beachtliche 68.740 MJ NEL Jahreserträge erzielt, das entspricht Grasbeständen, die mit ca. 135 kg N/ha versorgt sind.

5. Literatur

TETEN, J. H. und A. KORNHER, 1995: Ertrag und Qualität von Rotklee und Rotklee-Grasgemengen unter den Anbaubedingungen der Geest. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 8, 439 - 442.

WACHENDORF, M., 1995: Untersuchungen zur Ertrags- und Qualitätsentwicklung von Rotklee und Rotklee-Gras in Abhängigkeit von der Nutzungsfrequenz, der Stickstoffdüngung und der Grasart. Diss. Universität Kiel.

Anschriften der Autoren und Mitautoren

- Adolf, G., Dr.**, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Acker- und Pflanzenbau, Postfach 1, 06 015 Halle
- Anger, Michael, Dr.**, Institut für Pflanzenbau, Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau, Katzenburgweg 5, 53 115 Bonn
- Baek, Irene, Dr.**, Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterbau Paulinenaue, Gutshof 7, 14641 Paulinenaue
- Bartels, R., Dr.**, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Institut Bremen, Friedrich-Mißler-Str. 46, 28 211 Bremen
- Beckmann, Elisabeth, Dipl.Ing.agr.**, Institut für Pflanzenzüchtung II - Grünlandwirtschaftung und Futterbau - Justus-Liebig-Universität Gießen Ludwigstraße 23, 35 390 Giessen
- Belau, Luzian, Dr.**, Universität Rostock, Agrarwissenschaftliche Fakultät, Justus von Liebig-Weg 6, 18 059 Rostock
- Berendonk, Clara, Dr.**, Landwirtschaftskammer Rheinland, LVA Haus Riswick, Elsenpaß 5, 47 533 Kleve
- Bockholt, Renate, Prof.Dr.**, Universität Rostock, Fachbereich Agrarökologie, Justus von Liebig-Weg 6, 18 051 Rostock
- Briemle, Gottfried, Dr.Dipl.Ing.**, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft, Atzenberger Weg 99, 88 326 Aulendorf
- Brodowski, Nils, Dipl.Ing.agr.**, Universität- GH Paderborn, Fachbereich Agrarwirtschaft, Lübecker Ring 2, 59 494 Soest
- Daniel, Peter, Dr.**, Justus-Liebig-Universität Gießen, Ludwigstraße 23, 35 390 Giessen
- Davidson, M., Dipl.Phys.**, Institut für Pflanzenbau, Katzenburgweg 5, 53 115 Bonn
- Ebel, Gunter, Dipl.Ing.agr.**, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Invalidenstraße 42, 10 115 Berlin
- Eckert, Georg, Dr.**, Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenbau und Grünland, 70 593 Stuttgart
- Eich, Susanne, Dipl.Ing.agr.**, Universität Rostock, Agrarwissenschaftliche Fakultät, Justus von Liebig-Weg 6, 18 059 Rostock
- Eichler, Svenne, Dr.**, Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Permoserstraße 15, 04 318 Leipzig
- Elsäßer, Martin, Dr.**, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft, Atzenberger Weg 99, 88 326 Aulendorf
- Ernst, Pierre, Dr.**, Landwirtschaftskammer Rheinland, LVA Haus Riswick, Elsenpaß 5, 47 533 Kleve
- Fischer, Andreas, Dr.**, Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung e.V. ZALF, Eberswalder Str. 84, 15 374 Müncheberg
- Fuhrmann, Ursula, Dipl.Ing.agr.**, Universität Rostock, Fachbereich Agrarökologie, Justus von Liebig-Weg 6, 18 051 Rostock
- Gebbing, Thomas, Dr.**, Lehrstuhl für Grünlandlehre, Technische Universität München, 85 350 Freising-Weihenstephan
- Giebelhausen, Hermann, Dr.**, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Fachgebiet Grünlandssysteme, Invalidenstraße 42, 10 115 Berlin
- Glemnitz, Michael, Dr.**, Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung e.V., ZALF Eberswalder Str. 84, 15 374 Müncheberg
- Haas, Guido, Dr.**, Institut für Organischen Landbau, Rheinische Friedrichs-Wilhelms-Universität, Katzenburgweg 3, 53 115 Bonn

Haberstock, Werner, Dr., Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung e.V.,
ZALF Eberswalder Str. 84, 15 374 Müncheberg

Hartwig, Ulrich, Dr., Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH Zürich, CH-8092 Zürich,
Universitäts-Str.2

Herzog, Felix, Dr., Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Permoserstraße 15,
04 318 Leipzig

Hoffmann, U., Dipl.Ing.agr., Institut für Pflanzenbau, Lehrstuhl f. Allgemeinen Pflanzenbau,
Katzenburgweg 5, 53 115 Bonn

Hoppe, Tatjana, Dr., Institut für Grünland und Futterpflanzenforschung,
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL)
Bundesallee 50, 38 116 Braunschweig

Hüging, Hubert, Dipl.Ing.agr., Institut für Pflanzenbau, Katzenburgweg 5, 53 115 Bonn

Ingwersen, Bernhard, Dipl.Ing.agr., Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Christian-Albrechts-
Universität Kiel, Holzkoppelweg 2, 24 118 Kiel

Jacob, Helmut, Prof.Dr., Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenbau und Grünland,
70 593 Stuttgart

Jacob, Helmut, Prof.Dr., Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenbau und Grünland,
70 593 Stuttgart

Käding, Horst, Dr., Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung e.V., ZALF
Eberswalder Str. 84, 15 374 Müncheberg

Kaiser, Thomas, Dr., Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung e.V.,
ZALF Eberswalder Str. 84, 15 374 Müncheberg

Kauter, Dirk, Dipl.Ing.agr., Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenbau und Grünland,
70 593 Stuttgart

Klimes, Frantisek, Landwirtschaftliche Fakultät der Südböhmischen Universität,
Studentska 13, CZ-37 005 Ceske Budejovice

Kölliker, R., Dipl.Ing.agr., Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH, CH-8092 Zürich

König, Herta, Dipl.Ing.agr., Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau,
Vöttinger Straße 38, 85 354 Freising

Kornher, Alois, Prof. Dr., Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Christian-Albrechts-Universität
Kiel, Holzkoppelweg 2, 24 118 Kiel

Kralovec, Josef, Dr., Landwirtschaftliche Fakultät der Südböhmischen Universität,
Studentska 13, CZ-37 005 Ceske Budejovice

Kroupova, Vlasta, Dr., Landwirtschaftliche Fakultät der Südböhmischen Universität,
Studentska 13, CZ-37 005 Ceske Budejovice

Kühbauch, Walter, Prof.Dr., Institut für Pflanzenbau, Katzenburgweg 5, 53 115 Bonn

Kuhla, S., Dr., Institut für Grünland und Futterpflanzenforschung, Bundesforschungsanstalt
für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Bundesallee 50, 38 116
Braunschweig

Küntzel, Ulrich, Dipl.Ldw., Institut für Grünland und Futterpflanzenforschung,
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL)
Bundesallee 50, 38 116 Braunschweig

Kunz, Hans-Georg, Dipl.Ing.agr.(FH), Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung
und Grünlandwirtschaft, Atzenberger Weg 99, 88 326 Aulendorf

Leipnitz, Wolfgang, Dr., Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung e.V.,
ZALF Eberswalder Str. 84, 15 374 Müncheberg

Loges, Ralf, Dipl.Ing.agr., Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Christian-Albrechts-Universität
Kiel, Holzkoppelweg 2, 24 118 Kiel

Lopotz, H., Dipl.Ing.agr., Institut für Pflanzenbau, Katzenburgweg 5, 53 115 Bonn

- Lorey, H.-G., Dr.**, Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterbau Paulinenaue, Gutshof 7, 14641 Paulinenaue
- Lötscher, Markus, Dr.**, Lehrstuhl für Grünlandlehre, Technische Universität München, 85 350 Freising-Weihenstephan
- Lütke Entrup, Norbert, Prof.Dr.**, Universität- GH Paderborn, Fachbereich Agrarwirtschaft, Lübecker Ring 2, 59 494 Soest
- Malcharek, A. Dipl.Ing.agr.**, Institut für Pflanzenbau, Lehrstuhl f. Allgemeinen Pflanzenbau, Katzenburgweg 5, 53 115 Bonn
- Messerli, M., Dr.**, Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH, CH-8092 Zürich
- Milimonka, Andreas, Dr.**, Humboldt-Universität zu Berlin: Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Fachgebiet Grünlandssysteme, Invalidenstraße 42, 10 115 Berlin
- Müller, Walter, Ltd. Landw-Direktor**, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft, Atzenberger Weg 99, 88326 Aulendorf
- Neuendorff, Jochen, Dr.**, Gesellschaft für Ressourcenschutz mbH, Prinzenstraße 4, 37 073 Göttingen
- Nösberger, Josef, Prof.Dr.**, Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH, CH-8092 Zürich
- Nußbaum, Hansjörg, Dipl.Ing.agr.**, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft, Atzenberger Weg 99, 88 326 Aulendorf
- Oldenburg, Elisabeth, Dr.**, Institut für Grünland und Futterpflanzenforschung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL) Bundesallee 50, 38 116 Braunschweig
- Opitz von Boberfeld, Prof.Dr.Dr.h.c., Wilhelm**, Justus-Liebig-Universität Gießen Ludwigstraße 23, 35 390 Giessen
- Ott, Hartmut, Dipl.Ing.agr.**, Fachhochschule Kiel, Fachbereich Landbau, Am Kamp 11, 24 783 Osterrönfeld
- Poggemann, Stephanie, Dipl.Ing.Agr.**, Institut für Grünland und Futterpflanzenforschung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL) Bundesallee 50, 38 116 Braunschweig
- Puzio, Stefanie, Dipl.Ing.agr.**, Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Holzkoppelweg 2, 24 118 Kiel
- Rex, Martin, Dr.**, Versuchsanstalt Kamperhof, Mintarder Straße 264, 45 481 Mülheim a.d. Ruhr
- Richter, Karlheinz, Prof.Dr.**, Humboldt-Universität zu Berlin: Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Fachgebiet Grünlandssysteme, Invalidenstraße 42, 10 115 Berlin
- Rieder, Johann B., Dr.**, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Vöttinger Straße 38, 85 354 Freising
- Rieder, Karlheinz, Prof.Dr.**, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, FG Grünlandssysteme, Invaliden-Str. 42, 10 115 Berlin
- Schäufele, Rudi, Dr.**, Lehrstuhl für Grünlandlehre, Technische Universität München, 85 350 Freising-Weihenstephan
- Scheffer, Bernhard, Dr.**, Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Institut Bremen, Friedrich-Mißler-Str. 46, 28 211 Bremen
- Schlonski, Anja, Dipl.Ing.agr.**, Institut für Organischen Landbau, Rheinische Friedrichs-Wilhelms-Universität, Katzenburgweg 3, 53 115 Bonn
- Schmaler, Katrin, Dr.**, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, FG Grünlandssysteme, Invaliden-Str. 42, 10 115 Berlin
- Schmidt, Ludwig, Dr. habil**, Institut für Grünland und Futterpflanzenforschung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Bundesallee 50, 38 116 Braunschweig

- Schmitt, Karl-Otto, Dipl.Ing.agr.**, Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz, Sachgebiet Grünland und Futterbau, Gartenfelderstraße 12 a, 54 295 Trier
- Schnotz, Gabriela, Dr.**, Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenbau und Grünland, 70 593 Stuttgart
- Schnyder, Hans, Prof.Dr.**, Lehrstuhl für Grünlandlehre, Technische Universität München, 85 350 Freising-Weihenstephan
- Schröpel, Rainer, Dipl.Ing.agr.**, Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Tierhaltung und Grünlandwirtschaft, Spitalhof 9, 87 437 Kempten
- Schütz, Ulrike, Dipl.Biol.**, Lehrstuhl für Grünlandlehre, Technische Universität München, 85 350 Freising-Weihenstephan
- Stadelmann, F., Dipl.Ing.agr.**, Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH, CH-8092 Zürich
- Stroh, Katharina, Dipl.Ing.agr.**, Lehrstuhl für Grünlandlehre, Technische Universität München, 85 350 Freising-Weihenstephan
- Taube, Friedhelm, Prof.Dr.**, Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Holzkoppelweg 2, 24 118 Kiel
- Thaysen, Johannes, Dipl.Ing.agr.**, Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland, Futterbau, Theodor-Storm-Straße 2, 25 821 Bredstedt
- Thumm, Ulrich, Dr.**, Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenbau und Grünland, 70 593 Stuttgart
- Verhoeven, Anne**, Landwirtschaftskammer Rheinland, LVA Haus Riswick, Elsenpaß 5, 47 533 Kleve
- Wachendorf, Michael, Dr.**, Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Holzkoppelweg 2, 24 118 Kiel
- Wagner, Maria, Dipl.Ing.agr.**, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg Institut für Acker- und Pflanzenbau, Postfach 1, 06 015 Halle
- Weißbach, Friedrich, Prof.Dr.habil.**, Institut für Grünland und Futterpflanzenforschung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL) Bundesallee 50, 38 116 Braunschweig
- Werner, W., Prof.Dr.**, Institut für Pflanzenbau, Katzenburgweg 5, 53 115 Bonn
- Wulfes, Rainer, Prof.Dr.**, Fachhochschule Kiel, Fachbereich Landbau, Am Kamp 11, 24 783 Osterrönfeld
- Wurth, Wilhelm, Dip.Ing.agr. (FH)**, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft, Atzenberger Weg 99, 88 326 Aulendorf

