



# ARBEITSGEMEINSCHAFT GRÜNLAND UND FUTTERBAU

in der Gesellschaft für  
Pflanzenbauwissenschaften

## 40. Jahrestagung

vom 29. bis 31. August 1996  
in Neuruppin/Paulinenaue

### Referate und Poster

Lehr- und Versuchsanstalt  
für Grünland und Futterwirtschaft  
Paulinenaue e.V.



Technische Universität München  
Lehrstuhl für Grünlandlehre  
Herrn Prof. Dr. H. Schnyder  
Hohenbachernstr. 2a

**85350 Freising-Weihenstephan**

**Herausgeber:**

Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue e.V.

**Herstellung:**

Landesamt für Ernährung, Landwirtschaft und Flurneuordnung

Wildbahn/PF 379

15203 Frankfurt (Oder)- Markendorf

LELF TZ 141/0.25/96

# INHALTSVERZEICHNIS

Seite

Vorwort

## Referate

Dr. M. Fechner Paulinenaue - Standort der Grünland- und Futterforschung in Ostdeutschland	1
Prof. Dr. sc. G. Watzke, Dr. M. Roschke Einfluß der extensiven Bewirtschaftung von Grünland auf den Nährstoffhaushalt von Niedermoorboden	9
Dr. P. Zube Winterliche Weidehaltung von Mutterkühen -Anforderungen und Grenzen	13
Dr. F. Hertwig, Dr. K.-D. Robowsky, G. Neubert Durchgängiger Einsatz biologischer Siliermittel bei der Anwelksilagebereitung - Grundlagen sowie ökonomische Bewertung	17
Prof. Dr. Renate Bockholt, Dipl.-Ing. agr. F. Buske, Dr. K. Friede) Variationsbreite des Futterwertes von häufigen Pflanzen des Niedermoorgrünlandes	21
Dr. Hochberg, Dipl.-Ing. agr. U. Langenban Futterbau-Großbetrieb und hohe Grundfutterqualität -läßt sich das vereinbaren?	25
Dipi.-Ing. agr. Ch. Schlautmann und Prof. Dr. N. Lütke Entrup Bewertung von Grasuntersaaten in Ackerbohnen sowie Untersuchungen zum Mineralisationsverlauf der Gräser in differenzierten Anbaufolgen und Effekte auf Ertragsbildung	29
Dr. Rita Kammerl, Prof. Dr. H. Schnyder Blattwachstum und Triebbildung von Deutschem Weidelgras vor und nach dem ersten Schnitt	33
PD Dr. J. Issestein Untersuchungen zur Produktivität von Grünlandkräutern	37
Prof. Dr. Ehrengard Kaiser, Dipi.-Chem. Kirsten Weiß, Dr. A. Milimonka Zur Wirkung von Siliermitteln bei nitratarmem Grünfutter	41
Dr. W. Seyfarth, Dr. Marina Müller Fructane in spätgeschnittenen Futtergräsern und ihre Verwertung durch epiphytische Milchsäurebakterien	45
Dr. R. Wulfes, Dipl.-Hyd. P. Nyman, Prof. Dr. A. Kornher, Prof. Dr. F. Taube Witterungsbasierte Simulation der Zuckergehalte unterschiedlicher Grasbestände	49
Dr. J. van Bruchern Wege zu einer ökonomisch und ökologisch nachhaltigen spezialisierten Milchviehhaltung - Einfluß des Nährstoffmanagements, der Auswahl des Futters sowie des Milchviehs	53
Dipi.-Landw. U. Küntzel Einfluß von mineralischer Stickstoffdüngung und Exkrementen der Weidetiere auf den Ertrag und die Stickstofffraktionen im Boden unter Grünland	57

Dipl.-Ing. agr. L. Klempt, Prof. Dr. G. Spatz Nitrat- und Ammoniumaustrag aus Weideflächen unter besonderer Berücksichtigung von Bewirtschaftungsintensität, Exkrementstellen und Wasserhaushalt	60
Dipl.-Ing. agr. U. Kraft, Prof. Dr. H. Jacob Einfluß der Güllebehandlung auf Emissionen klimarelevanter Gase und einige Inhaltsstoffe während der Lagerung	64
Dr. T. Kaiser Der Bodensamenvorrat von extensiv genutzten Niedermoorweiden im Havelländischen Luch	68
Dr. J. Lex Neue Informationstechnologien für den Wissenstransfer - Herausforderung für Wissenschaft, Beratung und Praxis	72

## Posterbeiträge

### Futterbau in Großbetrieben

Dr. M. Fechner, Dr. F. Hertwig Futterernte in Großbetrieben - Ergebnisse, Probleme, Lösungsmöglichkeiten	76
Dr. G. Neubert, Dr. F. Hertwig Betriebswirtschaftliche Bewertung von Verfahren der Futterernte in Großbetrieben	81

### Niedermoorgrünland

Dr. A. Behrendt, Doz. Dr. G. Schalitz, Dr. D. Hölzel Nährstoff- und Wasserdynamik von Gräserbeständen in Abhängigkeit von Grundwasser- und Bodenverhältnissen	85
Dr. H. Käding, Doz. Dr. G. Schalitz, Dr. O. Encke, Dr. G. Sierig Moorschutz und Düngung durch Bioabfallkompost?	89
Dipl.-Ing. agr. Herta König und Dr. J. B. Rieder Extensive Beweidung von Niedermoorgrünland und deren Auswirkung auf Verdichtung und Nmin-Gehalt des Bodens	93
Dr. W. Leipnitz, Dr. A. Fischer, Dr. H. Käding, Doz. Dr. G. Schalitz Extensive Grünlandnutzung und Landschaftspflege im Havelländischen Luch	97
Dr. Irene Baeck, Dr. R. Schuppenies Einfluß von Grünlandnutzung und -pflege auf die Vegetation von Niedermoorgrünland	101
Dr. G. Kunkel Nachsaaten auf Niedermoorgrünland	105
Dipl.-Biol. E. Krüper Die Laufkäfer- und Heuschreckenzönosen von Extensivweiden auf Niedermoor im Havelländischen Luch	108
Dr. G. Neubert Betriebliche Anpassungsmöglichkeiten bei Grünlandbewirtschaftung unter Naturschutzauflagen	112

Dr. H. Käding  
Ergebnisse eines 35jährigen Versuches auf Niedermoor in Paulinenaue 116

Dr. A. Fischer  
Mehrjährige Untersuchungen zum Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere auf extensiviertem Niedermoorgrünland 120

Dr. Heidi Jänicke  
Auswirkungen reduzierter Düngung und Nutzung auf Merkmale der Futterqualität - Ergebnisse aus einem Feldversuch auf Niedermoor 124

Dipl.-Ing. H. Leetz  
Modellierung von Weideverfahren für einen Niedermoorstandort 128

## N-Effizienz im Futterbau

Prof. Dr. F. Taube  
Steigerung der Ausnutzung von Stickstoff im Produktionsprozeß der Milcherzeugung durch Maßnahmen des Futterbaues, der Tierernährung sowie des Managements und der Zucht 132

Prof. Dr. G. Weise, Dipl.-Ing. agr. P. ScheUer  
Untersuchungen zum N-Kreislauf in Futterbetrieben 137

Dipl.-Ing. agr. P. Scheller, Prof. Dr. G. Weise  
N-Bilanzen von Mais- und Grünlandflächen sowie von Milchviehställen ausgewählter Brandenburger Futterbaubetriebe 141

Dipl.-Ing. agr. Ch. Hoffmann, Dr. M. Anger  
N<sub>2</sub>O-Freisetzung auf Mähgrünland-Methodik und erste Ergebnisse 145

## Extensive Weidewirtschaft

Dr. R. Priebe  
Die Bedeutung von Magen-Darm-Rundwurminfektionen bei der Weidehaltung von Mutterkühen und deren Kälbern 149

Dipl.-Ing. agr. G. Ebel, Dr. A. Milimonlm, Prof. Dr. K. Richter  
Quantitative Veränderungen des mineralischen Bodenstickstoffs unter verschiedenen Weidebereichen einer extensiv geführten Schafweide 153

Dipl.-Ing. agr. Annette Roth, Dr. M. Anger  
Wirkung von Exkrementflecken auf Biomassertrag und oberirdischen N-Entzug von Weiden 157

Dipl.-Ing. agr. Maria-Anna Lamrners  
Einfluß von Stichprobenumfang und Drainage auf die Variabilität der Nm;n-Werte unter Mähweiden 161

## Naturschutz, Renaturierung und Ansaat

Doz. G. Schalitz, Dr. H. Käding, Dipl.-Ing.agr. Gabriele Petrieb Renaturierbarkeit standorttypischer Grünlandgesellschaften in Flußauen	165
Dr. H. Giebelhausen, Dr. A. Milimonka Umwidmung von Ackerland in Extensivgrünland	170
Dr. G. Adolf, Dr. St. Schäfer, Halle: Forschungsprojekt- Biosphärenreservat "Mittlere Eibe"	174
Dr. J. Schellberg, cand agr. Claude Neuberg, Dipl.-Ing.agr. Martine Hausen, Prof. Dr. W. Kühbauch Botanische, futterbauliche und bodenkundliche Bewertung von Grünlandflächen in den Ardenen zur Umstellung auf extensive Bewirtschaftung	178
Dr. E. Leisen, Dipl.-Ökologin Maria Vormann Ertragsleistung auf ausgewählten Feuchtwiesen des Westmünsterlandes	183

## Futterbewertung und Methoden

Dr. L. Schmidt, Dr. I. Kratschunov Schätzung der Verdaulichkeit von Luzerne mit Hilfe der Kotstickstoffmethode	187
Dr. U. Thumm Elfallrungen beim Einsatz der NIRS-Methodik zur Untersuchung der Grünland- futterqualität	190
Dr. K.-D. Robowsky Futterwert von nach Naturschutzaufgaben bewirtschaftetem Grünland	193
Dr. P. Daniel, Prof. Dr. Dr. h.c. W. Opitz v. Boberfeld, PD Dr. J. Issestein Futterwert und Silielfähigkeit von Zweiarten-Mischungen des Deutschen Weidel- grases mit verschiedenen Grünlandkräutern	197

## Feldfutter- und Ackerbau

Dr. E. Leisen Bestandesentwicklung, N-Nachlieferung und Vorfruchtwert von mehrljährigen Brachen	201
Dr. Katrio Schmalzer, Prof. Dr. K. Richter Standraumbemessung zu Silomais	205
Dr. M. Wachendorf, Prof. Dr. A. Kornher, Prof. Dr. F. Taube Witterungsbasierte Simulation der Leistungsparameter von Rotklee- und Rotklee- Gras-Beständen	209
Dr. J. M. Greef Die Ertragsbildung von Silomais in Abhängigkeit von der N-Düngung	212
Dipl.-Ing.agr. J.H. Teten, Prof. Dr. A. Kornher Ertragsleistung von Rotklee und Rotklee-Gras-Gemengen unter den Bedingungen der schleswig-holsteinischen Geest	215

Dipl.-Ing.agr. R. Loges, Dr. R. Wulfes, Prof. Dr. A. Kornher, Prof. Dr. F. Taube  
Qualitätsveränderungen von Rotklee-Gras-Gemengen in Abhängigkeit von Kleeanteil,  
Begleitgras und Bestandesalter 219

Dr. Karin Aabbar, PD Dr. J. Issestein  
Praxisorientiertes Informations- und Analysesystem für Leguminosen in Buropa 223

Dr. J. Pickert, Dr. R. Schuppenies, Dr. D. Hölzel  
Maisertrag nach Mulch- und Direktsaat 227

Dipl.-Ing.agr. N. Brodowski und Prof. Dr. N. Lütke Entrup  
Zur Frage des Einflusses von Winterweizensorten und Bestandesführung auf die  
Entwicklung von Grasuntersaaten in Deckfruchtbeständen 230

## Sonstige Posterbeiträge

Prof. Dr. G. Spatz, Dipl.-Ing. T. Fricke, cand. Dipl.-Ing. H. Sehröder  
Narbendichte und Fremdeinsatz in fünf Jahre alten Gras- und Klee-grasansaat  
von *Latiumperenne* 234

Dipl.-Ing. agr. Stefanie Bahnemann, Dr. R. Wulfes, Prof. Dr. A. Kornher  
Morphologische Entwicklung und Reservestoffdynamik von Weißklee während der  
Überwinterung 238

Dr. T. Müller, Dipl.-Ing. agr. Undine Behrendt, Dr. W. Seyfarth  
Ökologie der Milchsäurebakterien im Grünland 242

Dr. H. Hochberg, Dr. G. Dietrich, Dr. Petra Westphal  
5 Jahre Verband zur Förderung extensiver Grünlandwirtschaft e. V. 246



Teilnehmer der 40. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften vor dem Paulinenaue Institut  
Foto: P. Zube

## Vorwort

Mit der Organisation der 40. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften wurde die Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue e. V. des Landes Brandenburg betraut; Tagungsort war das Kulturhaus "Stadtgarten" Neuruppin.

Herr E. Zimmermann, Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Brandenburg, übernahm die Schirmherrschaft über diese Veranstaltung, die unter dem Leitmotiv "Futteranbau und -ernte in Großbetrieben" stand. An der Tagung beteiligten sich 158 Grünland- und Futterbauspezialisten aus Deutschland und 10 Gäste aus Ägypten, den Niederlanden, Polen, Rußland, der Schweiz und der Türkei.

In insgesamt 18 Vorträgen und 44 Posterbeiträgen wurden Themen des gesamten Spektrums der Grünland- und Futterwirtschaft- einschließlich der Weidewirtschaft und der Futterkonservierung- behandelt.

In einer Fachexkursion auf die Versuchsfelder und in das Labor der LVGF Paulinenaue sowie die Lysimeteranlage des ZALF Müncheberg am Standort Paulinenaue konnten wesentliche Themen der Vorträge und Poster durch eigene Anschauung vertieft werden.

Durch die Exkursion am 31.08.1996 in die GbR Albrecht und Olaf Zietz, Tarmow und die Unternehmen des Rhinmilch-Verbundes Fehrbellin konnte ein Eindruck zur Futtererzeugung und zur Organisation der Milch- und Fleischproduktion in diesen Betrieben gegeben werden.

Die Fachveranstaltungen wurden durch ein Partnerprogramm und eine Dampferfahrt auf dem Neuruppiner See umrahmt.

Besonderer Dank gebührt dem Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Brandenburg für die finanzielle Unterstützung der Veranstaltung, den Exkursionsbetrieben für ihr großzügiges Entgegenkommen bei der Organisation und Durchführung der Besichtigungen sowie allen, die zum Gelingen der Tagung beigetragen haben.



Dr. M. Fechner, LVGF Paulinenaue

## Überblick zur Entwicklung der Paulinenaauer Forschungseinrichtungen

- 01.06.1949 Gründung des "Institutes zur Steigerung der Pflanzenenerträge", zugeordnet der Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Gründer und Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. Eilhard Alfred Mitscherlich.
- 01.07.1957 Übernahme des Paulinenaauer Institutes durch die Akademie der Landwirtschaftswissenschaften als "Institut für Grünland- und Momforschung". Als Direktor wird Prof. Dr. Asmus Petersen berufen. Damit wird der Grundstein für die Futterforschung in Paulinenaue gelegt; A. Petersen sah die Aufgabe des Institutes "Vom Fließen des Wassers bis zum Fließen der Milch".
- Febr. 1962 Beginn des dritten Entwicklungsabschnittes des Paulinenaauer Institutes. Es bekommt zunehmend erweiterte Aufgaben auf dem Gebiet der Grünland- und Futterbauforschung für die gesamte ehemalige DDR übertragen. Nach dem Tode A. Petersens wird Prof. Dr. Eberhard Wojahn zum Direktor berufen.

Folgende Direktoren leiteten das Paulinenaauer Institut:

1962-1970	Prof. Dr. E. Wojahn	1975-1977	Prof. Dr. G. Wacker
1971	Prof. Dr. W. Kreil	1978-1987	Prof. Dr. E. Wojahn
1972-1974	Prof. Dr. H. Thöns	1988-1991	Prof. Dr. H. Thöns

Das Institut hatte Außenstellen in Ferdinandshof/Heinrichswalde (Kr. Uckermünde), Rustow (Kr. Demmin), Dreetz (Kr. Kyritz), Fehrbellin (Kr. Nemuppin), Lauterbach (Kr. Marienberg), Neudietendorf/Wandersleber (Kr. Arnstadt), Oberweißbach (Kr. Neustadt am Rennweg).

- 1972 Das Institut wird in "Institut für Futterproduktion" (IFP) umbenannt. Neu aufgenommen wurde die Ackerfutterforschung, bedeutend erweitert die Arbeiten zur Futterernte und -konservierung sowie zu Fragen der Futterqualität und zur Gräserzüchtung.
- 1989 Das IFP hat mit Außenstellen 88 wissenschaftliche Mitarbeiter und 240 übrige Beschäftigte.
- 31.12.1991 Gemäß Artikel 38 des Einigungsvertrages wird nach Evaluierung durch den Wissenschaftsrat die Arbeit des Institutes für Futterproduktion Paulinenaue eingestellt.
- 01.01.1992 Am Standort Paulinenaue werden drei neue Forschungseinrichtungen gegründet:
1. Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft (LVGF) Paulinenaue e. V. (gefördert vom Land Brandenburg; 30 Personalstellen), Einrichtung der angewandten Forschung
  2. Institut für Grünland und Moorökologie Paulinenaue des Zentrums für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung Müncheberg e. V., (Einrichtung der Blauen Liste; orientiert auf Grundlagenforschung; 20 Personalstellen)
  3. Institut für Mikrobielle Ökologie Paulinenaue des ZALF Müncheberg e. V. (Einrichtung der Blauen Liste; orientiert auf Grundlagenforschung; 12 Personalstellen)
- 1995 Umstrukturierung im ZALF Müncheberg.  
Das Institut für Grünland und Moorökologie wird eine Forschungsstation des ZALF Müncheberg  
Das Institut für Mikrobielle Ökologie wird als Abteilung Phyllosphären-Mikrobiologie in das Institut für Mikrobielle Ökologie und Bodenbiologie integriert.
- 1996 Die Eingliederung der LVGF Paulinenaue mit etwa halbem Personalbestand in eine Landesanstalt für Landwirtschaft als Abteilung Grünland und Futterwirtschaft wird vorbereitet.

## **Paulinenaue - Standort der Grünland- und Futterforschung in Ostdeutschland**

M. Fechner \*

Prof. Dr. Dr. h.c. Eilhard Alfred Mitscherlich gründete am 1. Juni 1946 in Paulinenaue das "Institut zur Steigerung der Pflanzenerträge". Es wurde der Akademie der Wissenschaften zu Berlin zugeordnet. Daß gerade Prof. Mitscherlich - ein emeritierter Ordinarius der Pflanzenbauwissenschaften aus dem ehemaligen Königsberg - Institutsgründer wurde, hat einen zeitgeschichtlichen Hintergrund: Es ist überliefert, daß ein sowjetischer Offizier, der als Kursant an einem bodenkundlichen Seminar an der Königshager Universität teilgenommen hatte, ihn in den Wirren der ersten Nachkriegstage auf der Flucht aus dem Osten unweit Paulinenaues erkannte. Durch dessen Hilfe und Unterstützung erlangte die Familie Mitscherlichs ihren Wahnsitz in Paulinenaue.

E. A. Mitscherlich wirkte mit seinem Seßhaftwerden in Paulinenaue zunächst produktionsberatend, gestaltete Landfunksendungen und von der sich etablierenden Provinzialregierung zu landwirtschaftlichen Fachfragen konsultiert. Nach Wiedereröffnung der Berliner Universität im Januar 1946 wurde er auf den Lehrstuhl für Kulturtechnik berufen und mit der Leitung dieses Institutes betraut. Prof. Mitscherlich war während dieser Zeit Mitglied des Präsidiums der Akademie der Wissenschaften und ab 1949 Sekretär für landwirtschaftliche Wissenschaften. Zum Präsidenten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft in der damaligen sowjetischen Besatzungszone wurde er 1947 gewählt. Die Aufgaben der DLG übernahm die 1951 gegründete Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften.

Mit Gründung des Paulinenaues Institutes begannen hier die wissenschaftlichen Arbeiten. Das Gutshaus wurde zu Wohn- und Arbeitsräumen für Mitscherlich und seine Mitarbeiter der ersten Stunde, zu denen Herbert Kaltofen, Günther Rhinnow, Nicolae Atanasiu, Walter v. d. Waydbrink, Paul Schäfer und Heinrich Burkhard gehörten, umgestaltet; 1952 bzw. 1954 konnten eine Gefäßstation und ein Institutsgebäude in Betrieb genommen werden.

Bei den wissenschaftlichen Arbeiten ging es Mitscherlich vor allem um Untersuchungen zum rationellen P- und K-Einsatz sowie zum Stickstoffeinsatz in der Ernährung der Kulturpflanzen. In diese Untersuchungen wurde die breite Palette aller heimischen Nutzpflanzen bis hin zu den Baumarten des Waldes einbezogen.

Mitscherlich stand der Ermittlung des P- und K-Bedarfs mit Hilfe chemischer Bodenanalysen skeptisch gegenüber. Er sah allein die Reaktion des Ertrages auf die P- und K-Zufuhr als entscheidend für die Bemessung der Düngung mit diesen Nährstoffen an. Bereits in den 20er und 30er Jahren hatte Mitscherlich entsprechende Methoden zur Ermittlung der anzuwendenden P- und K-Gaben entwickelt. Diese sogenannten pflanzenphysiologischen Methoden sind zwar aufwendiger als routinemäßige chemische Bodenanalysen, wurden von Mitscherlich aber als zuverlässiger und aussagekräftiger angesehen. In Ostpreußen hatten diese Methoden vor dem 2. Weltkrieg durch Mitscherlichs Wirken bereits Eingang in die Praxis gefunden. In Paulinenaue war er nun bestrebt, diese Vorgehensweise zunächst im Versuchsgut anzuwenden.

---

\* Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue e. V., 14641 Paulinenaue

Mitscherlich maß dem Stickstoff überragende Bedeutung für weitere Ertragssteigerungen bei. In Gefäß- und Feldversuchen wurden insbesondere Probleme der Anwendung langsam fließender N-Quellen (organische Dünger und hochmolekulare synthetische Produkte), der N-Umsetzungen und des Verlaufes der Nitratkonzentration im Boden, des Wasserhaushaltes von Boden und Pflanzenbestand (Idimatische Wasserbilanz), des Zwischenfruchtanbaues, der Bodenphysik sowie der Methodik und Auswertung von Feldversuchen bearbeitet.

Nicht zuletzt befaßte man sich in Paulinenaue auch mit der mathematischen Darstellung der Ertragsbildung in Abhängigkeit vom Nährstoffangebot. Gerade auf diesem Gebiet hatte Mitscherlich ja einst bahnbrechend gewirkt, wodurch er weltweit zu einer der bekanntesten und markantesten Persönlichkeiten der Agrarwissenschaften des 20. Jahrhunderts wurde. Die Mitscherlich'schen Arbeiten tangierten auch den Futterbau und gaben wertvolle Impulse für die nachfolgenden Perioden der Forschungsarbeiten in Paulinenaue.

Prof. Mitscherlich verstarb im Februar 1956 82jährig in Paulinenaue, womit der erste Entwicklungsabschnitt des Institutes endete. Die Forschungseinrichtung wurde von der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften übernommen und in das "Institut für Grünland- und Moorforschung" umgewandelt. Damit ist der Grundstein für die FutteIforschung, wenn auch zunächst auf das Grünland und den Moorstandort eingeschränkt, gelegt worden. Paulinenaue liegt am Rande eines ausgedehnten Niederungsgebietes, dem Havelländischen Luch, in dem noch heute fast ausschließlich Futterbau und Grünlandwirtschaft betrieben wird. Zum Direktor des Paulinenaueer Institutes wurde mit Wirkung vom 1.7.1957 Prof. Dr. Asmus Petersen berufen.

In Ostdeutschland hatte bis Mitte der 50er Jahre die Grünlandforschung nur eine untergeordnete Bedeutung. An den Universitäten Berlin, Halle und Jena wurde sie hauptsächlich durch die Anschauung von Ernst Klapp geprägt, der in den 40er Jahren in Jena tätig war. In Rostock dominierte die Meinung von Asmus Petersen, der seit seiner Jenaer Zeit im Gegensatz zu Klapp stand. Soweit die im Müncheberger Institut seit 1951 etablierte Moorforschung sich unmittelbar mit Grünlandfragen beschäftigte, orientierte sie sich an den Petersen'schen Vorstellungen. Die Arbeiten der Grünlandfachleute im Institut für Tierzuchtforchung Dummerstorf und dessen Außenstellen im Harz und im Thüringer Wald waren in erster Linie von den Belangen der Tierproduktion bestimmt. Im Jahre 1953 wurde bei der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften eine Grünlandkommission in der Sektion Landeskultur gebildet- ein Gremium der Beratung und des Meinungsaustausches; später wurde das Grünland voll in diese Sektion integriert und trat mehr und mehr in den Mittelpunkt von Forschungsarbeiten.

Asmus Petersen hatte mit seinem Dienstantritt die Aufgaben des Paulinenaueer Institutes sehr weit gefaßt. Sie sollten vom "Fließen des Wassers bis zum Fließen der Milch" reichen. Zu dieser Zeit hatte das Institut für Grünland und Moorforschung etwa 20 wissenschaftliche und 40 technische Mitarbeiter und gliederte sich in die Abteilungen bzw. Arbeitsgruppen

Grünlandforschung	Wolfgang Kreil
Moorforschung	Eberhard Wojahn
Ertragsbiologie	Wilhelm Lampeter, danach Günter Wacker
Chemie/Zentrallabor mit Gefäßstation	Eberhard Hey, danach Otto Knabe
Ökonomik	Fritz Berg
Mechanisation	Horst Möller, danach Joachim Nischwitz
Land wirtschaftsbetriebNersuchsgut	Helmut Thöns

Ein solches komplex angelegtes Institut gab es bisher in Deutschland nicht. Zentrale Aufgabenstellung dieser Forschungseinrichtung war es, die Überleitung und Durchsetzung der neuen wissenschaftlichen und technischen Erkenntnisse für die Steigerung der Futter- und Tierproduktion vom Grünland zu befördern und damit einen wesentlichen Beitrag für die immer noch nicht voll stabilisierte Ernährungssituation in der ehemaligen DDR durch Verbesserung der Grünland- und Futterwirtschaft zu leisten; 20% der LF (1,4 Mio ha) waren Grünland; jährlich wurden 300-400 T ha Silomais und sonstiges Ackerfutter angebaut.

Unter Petersen wurde mit dem Aufbau von Außenstellen begonnen, die sich in Mecklenburg (Weitendorf), im Erzgebirge (Lauterbach), im Thüringer Vorgebirgsland (Jena/Neudietendorf), im Spreewald, im Roten Luch, im Rhinluch, in der Friepländer Großen Wiese und in der Lewitz befanden.

Asmus Petersen, der 1962 verstarb, bestimmte durch sein Wirken Arbeitsrichtung und -stiles Paulinenaues Institutes wesentlich. Er gab der Grünlandforschung in Ostdeutschland das für die damalige Zeit notwendige Gepräge, welches auf die weitere Intensivierung der Produktion zur besseren Versorgung der Bevölkerung und zur betriebswirtschaftlichen Festigung großer Grünland- und Futterbaubetriebe gerichtet war und die Weiterentwicklung der Grünlandwirtschaft sowie des Aufgabengebietes der Grünlandlehre durch neue Impulse und Ausgangspunkte bewirkte. Dadurch erlangte er in der nationalen und internationalen Fachwelt hohe Anerkennung und trug durch die klare Zielrichtung der durchgeführten Arbeiten und die gute Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis wesentlich zur Festigung des Institutes bei. Seine Schüler, insbesondere die nachfolgenden Direktoren der Paulinenaue Forschungseinrichtung, setzten diesen Weg erfolgreich fort.

Im Jahre 1962 begann unter der Leitung von Prof. Dr. E. Wojahn ein weiterer Entwicklungsabschnitt des Institutes, dem zunehmend erweiterte Aufgaben in der Grünland- und Futterbauforschung für die gesamte ehemalige DDR übertragen wurden. Unter Berücksichtigung des umfassenden Aufgabenspektrums erfolgt im Jahre 1972 die Umbenennung in "Institut für Futterproduktion" (IFP), denn inzwischen wurde die Ackerfutterforschung in Paulinenaue konzentriert und die Arbeiten zur Grundfutterernte und -konservierung, zur Futterqualität und zur Gräserzüchtung wesentlich erweitert. Damit erhöhte sich kontinuierlich auch die Zahl der Beschäftigten; im Jahre 1989 waren insgesamt 328 Personen im IFP tätig, davon 88 wissenschaftliche Mitarbeiter. Nachdem das Institut für Futterproduktion seine Arbeit gemäß Artikel 38 des Einigungsvertrages zum 31.12.1991 einstellen mußte, wurden unter wesentlicher Reduzierung des Personalbestandes drei neue Forschungseinrichtungen in Paulinenaue geschaffen (s. Übersicht Rückseite Vorwort).

In 40jähriger Forschungsarbeit wurden in Paulinenaue eine Vielzahl von Themen bearbeitet und umfangreiche Ergebnisse vorgelegt, die an dieser Stelle nicht vollständig wiedergegeben werden können. Deshalb wird nachfolgend nur kurz auf wesentliche Schwerpunkte eingegangen.

In der Grünlandforschung hatten bis in die 80er Jahre hinein Arbeiten zur Intensivierung der Futterproduktion den Vorrang. Die Ergebnisse führten jedoch auch dazu, daß die Grenzen und die Ausschöpfung des Ertragspotentials erkannt und in den Spitzenbetrieben nahezu erreicht waren. Daher wurden die Zielsetzungen sukzessiv umorientiert und erste ökologisch ausgerichtete Arbeiten durchgeführt.

In den 50er und 60er Jahren spielten Fragen der N-Düngung eine dominierende Rolle. Dank des eigenen Netzes an Versuchsstationen und der Kooperation mit den Universitäten im Inland wurden die pflanzenbaulichen und ökonomischen Optima der N-Düngung ermittelt, wie das zu dieser Zeit auch in anderen Ländern geschah. Unter Leitung der Paulinenaauer Grünlandabteilung fanden darüber hinaus mehrljährig gemeinsame Versuche mit Instituten der damaligen UdSSR, CSSR, mit Bulgarien, Rumänien und Ungarn statt. Die Versuchsergebnisse führten zur Ausgestaltung standortspezifischer Düngungsempfehlungen.

Nicht zuletzt waren es Befunde dieser Untersuchungen, die die Grenzen der Ertragsfähigkeit des Dauergrünlandes, verbunden mit negativen Bestandesumformungen aufzeigten, vor allem auf den Moorböden. Als Weg für weitere Ertragssteigerungen, die aus volkswirtschaftlicher Sicht gefordert wurden, blieb nur die Etablierung neuer Bestände - ein in den Niedermoorgebieten Ostdeutschlands seit alters beschrittener Weg.

In den 70er Jahren wurde die Entwicklung des Saatgrasbaues als System im wesentlichen vollzogen. In den 80er Jahren stand die Verlängerung der Leistungsdauer der Ansaaten im Mittelpunkt. Ende der 80er Jahre wurde im Ergebnis der 30jährigen Tätigkeit ein computergestütztes Informations- und Beratungssystem zur Graslandbewirtschaftung für alle relevanten Standorte des Landes konzipiert, inhaltlich voll niedergeschrieben und in Teilen bis 1990 programmiert.

Im Laufe der Jahre entwickelte sich in der Grünlandforschung die arbeitsteilige Zusammenarbeit mit den Fachvertretern der Humboldt-Universität Berlin sowie der Universitäten Halle und Rostock, so daß in Ostdeutschland - abgesehen von einigen Sonderfällen - ein flächendeckendes Netz entstand.

Im Jahre 1955 wurde die Arbeitsgruppe Moorforschung im damaligen Institut für Bodenkartierung Berlin (Leitung H. Stremme) gegründet und Ende der 50er Jahre dem Institut für Landeskultur und Standortkartierung Berlin-Schöneiche (Leitung E. Wojahn) angeschlossen. 1962 gliederte Prof. Wojahn diese Arbeitsgruppe dem Institut für Grünland- und Moorforschung Paulinenaue an; Sitz blieb bis 1973 aber weiterhin Berlin.

In der Zeit von 1961 bis 1973 wurden durch diese Gruppe im nördlichen Teil der damaligen DDR 172 Moorgebiete mit einer Gesamtfläche von 150 000 ha standortkundlich untersucht und kartiert. Auftraggeber dieser Arbeiten waren Einrichtungen der Wasserwirtschaft und die Meliorationsbetriebe. Ziel der Aufnahmen war es, den Bodenaufbau und die Wasserverhältnisse der Moore möglichst weitgehend zu erfassen und zu kartieren. In dem für jedes untersuchte Moor anzufertigenden Gutachten waren auf Wunsch der Auftraggeber vor allem Aussagen zur Meliorationsbedürftigkeit und -Würdigkeit der Standorte sowie zur Nutzungsart und zum Ertragspotential zu machen.

Diese Moorbodenaufnahme ist wegen der Komplexität ihrer Untersuchungen und ihrer einheitlichen Gestaltung in Deutschland ohne Beispiel. Heute liefert sie wertvolle Grundlagen für Maßnahmen der Moorrenaturierung und der ökologieverträglichen Moornutzung. Die in gezielten Forschungen gewonnenen Ergebnisse und im praktischen Kartierungsbetrieb gemachten Erfahrungen bildeten weiterhin die Grundlage für den Fachbereichsstandard (TGL) "Meliorationen/Aufnahme von Moorstandorten"; die bei der Beurteilung und Bewertung degradierter Niedermoore erzielten Resultate finden sich im wesentlichen auch in der 4. Auflage der "Bodenkundlichen Kartieranleitung" (1995) wieder.

In den 60er Jahren führte W. Schmidt umfangreiche Forschungsarbeiten zur Scherfestigkeit der Torfe und Mudden durch. Dabei wurde nachgewiesen, daß zwischen der Scherfestigkeit einerseits und dem Substanzvolumen bzw. dem Wassergehalt andererseits gesetzmäßige Zusammenhänge bestehen, wenn die Torfe nach Torfarten und dem Grad ihrer Zersetzung und die Mudden nach Muddarten bzw. nach ihrem Glührückstand gegliedert werden. Diese Arbeiten bildeten eine wesentliche Grundlage für die sich anschließenden Untersuchungen zur Befahrbarkeit von Niedermoorgrünland bei den verschiedenen Bewirtschaftungsarten mit der damaligen Technik.

Ausgehend von der Bedeutung des Faktors Wasser für Moor und Grünland, wurde bereits im Jahre 1961 die Grundwasserregulierung auf flachgründigen sandunterlagerten Niedermoorstandorten in das Forschungsprogramm des Institutes aufgenommen. Im Ergebnis der ermittelten hydraulischen Leitfähigkeit der Sande und Torfe sowie des Einflusses der Oberflächenneigung sind Grundlagen für eine flächenwirksam zu betreibende Wasserstandsregulierung über Wehr- und Stauanlagen geschaffen worden. In diesem Zusammenhang wurde 1962 unter Leitung von A. Scholz das "Paulinenauer Klappenstau" entwickelt, welches in den nordostdeutschen Niederungsgebieten breite Anwendung fand.

Auf diesen Ergebnissen des Paulinenauer Institutes aus den 60er Jahren konnte aufgebaut werden, als in den 70er Jahren im Rahmen des Bewässerungsprogrammes der Forschungskomplex "Grundwasserregulierung und Beregnung" unter der Leitung des Forschungszentrums für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg umfassend konzipiert und bearbeitet wurde.

Tiefgründige Niedermoore sind im Norden Ostdeutschlands vorherrschend. Ohne zusätzliche Dränung waren diese Standorte der intensiven Grünlandnutzung mit moderner Technik kaum zugänglich. Um die Kosten der Hydromelioration in vertretbaren Grenzen zu halten, wurden in den sechziger Jahren Forschungen zur Einsatzmöglichkeit der rohrlosen Dränung (Maulwurfdränung) aufgenommen und im Rahmen der wechselseitigen Wasserregulierung (Entwässerung und Einstaubebewässerung) bis in die 80er Jahre weitergeführt. Auch im Ausland fand das im Paulinenauer Institut weiterentwickelte Verfahren der Maulwurffräsdränung Beachtung und führte zur Forschungskooperation mit finnischen Wissenschaftlern.

Im Rahmen der Moorforschung entstand unter W. v.d. Waydbrink auch die Paulinenaauer Grundwasserlysimeteranlage. Diese in ihrer Art und Größe in Deutschland einmalige Einrichtung war für die Ermittlung des Einflusses von Witterung, Grundwasser und Düngung auf die Ertragsbildung von Grünland- und Futterpflanzen konzipiert. Sie dient weiterhin der Erfassung des Moorschwundes (G. Mundel).

In der Abteilung Ertragsbiologie wurden die von W. Lampeter begonnenen Arbeiten durch G. Wacker fortgeführt. Sie befaßte sich besonders mit den Zuchtsorten der Futtergräser und Unkrautregulierungsmaßnahmen (H. Walkowiak). Mit der Unterscheidung nach frühen, mittelspäten und späten Sorten der Mäh- und Weidetypen wurde ein Konzept zum Anbau von Grasbeständen mit zeitlich gestaffelter Nutzungsreife für Großbetriebe entwickelt (G. Kunkel, H. Käding). Dabei ergaben sich Verbindungen zur Futtergräserzüchtung. Es wurde mit der Gräserzüchtung begonnen, die sich Anfang der 70er Jahre zunehmend auf Art- und Gattungsbastarde von *Festuca* und *Lolium* konzentrierte. Die züchterische Arbeit lag hauptsächlich in den Händen von K. Netzband. Es entstanden die inzwischen auch vom Bundesortenamt zugelassenen Wiesenschweidel-Sorten "Paulita" und "Paulena". Aufgrund der günstigen futterbaulichen Eigenschaften ergab sich eine sehr starke Nachfrage nach Saatgut, so daß 1990 eine Vermehrungsfläche von etwa 2000 ha der Sorte "Paulita" zur Saatguternte anstand.

Neben der praktischen züchterischen Tätigkeit wurden auch Arbeiten auf dem Gebiet der Züchtungsforschung durchgeführt, unter denen insbesondere die Zytogenetischen Untersuchungen zur Stabilität und Fertilität von *Festulolium*-Bastarden, zu Verfahren der Generationsbeschleunigung, zu Selektionskriterien und Frühselektionsmethoden sowie zu Prüfungsmethoden für Frostresistenz (K. Neubett, I. Baeck) zu nennen sind.

Mit dem Amtsantritt von Asmus Petersen begann in Paulinenaue die Weideforschung, die besonders von W. Kreil, G. Weiland, F. Berg und H. Thöns vorangetrieben wurde. Es entstand eine besondere Arbeitsgruppe Weidekombinate, die Projektierung, Bau und Bewirtschaftung der sog. "Paulinenaauer Weidekombinate" bearbeitete. Bereits in den 60er Jahren hatten sich in Ostdeutschland Herden von 60-120 Milchkühen und 50-400 Stck. Jungrinder in die Praxis eingeführt und bewährt - nicht zuletzt durch die Paulinenaauer Arbeiten.

Mit der Errichtung der Großanlagen der Rinderproduktion und der Trennung von Tier- und Pflanzenproduktion in den 70er Jahren wurde die Weideforschung in der damaligen DDR stark eingeschränkt und an den meisten Wissenschaftsstandorten aufgegeben. In Paulinenaue wurde sie bei reduziertem Aufwand stets aufrecht erhalten, wenngleich die Paulinenaauer Futterforscher nun den Auftrag bekamen, an der Projektierung, Vorbereitung und am Aufbau von Großanlagen mitzuarbeiten und dabei insbesondere Fragen des Frischfuttoreinsatzes, der Bewirtschaftung von Hochsilos mit 12m Durchmesser und 22m Höhe und Horizontalsilos bis 5 m Wandhöhe zu untersuchen.

Nach dem XIII. Internationalen Graslandkongreß im Jahre 1977 in Leipzig, der vom Paulinenauer Institut mitorganisiert worden war, wurde die Weidewirtschaft wieder aufgewertet; Weidehaltung und Frischfuttoreinsatz (R. Priebe, J. Winter, G. Neumeister) bei Tieren aus Großanlagen sind unter vielen Aspekten weiter beforscht worden.

Im Zuge der Konzentration und Spezialisierung der Agrarforschung in der ehem. DDR wurde 1967 das Paulinenauer Institut um die Abteilung Ackerfutter unter Leitung von Wilhelm Simon erweitert. Die experimentellen Arbeiten beschränkten sich zunächst vorrangig auf Fragen des Zwischenfruchtanbaues und der Prüfung "Neuer Futterpflanzen" in einer Kleinparzellenanlage. Weiterhin erfolgte die futterbauliche Beratung von Großbetrieben und die Projektierung von Futterbausystemen.

Zu Beginn der 70er Jahre standen aus gemeinsamen Züchtungsarbeiten im RGW besser angepaßte Maissorten zur Verfügung. Forschungsarbeiten zum Maisanbau, die besonders von R. Schuppenies und G. Watzke durchgeführt wurden, waren auf die höhere Ausschöpfung des Leistungspotentials und auf umweltverträgliche Lösungen gerichtet. Die Untersuchungen zu Mais und anderen Futterpflanzen waren in Kooperation mit der universitären Forschung angelegt.

Die Abteilung Chemie und das Zentrallabor waren einerseits für Dienstleistungen für die anderen Abteilungen vorgesehen, andererseits stand am Ausgangspunkt der Untersuchungen dieses Institutsbereiches aber auch die Erarbeitung von Grenzzahlen für die Mikronährstoffe Cu und Mn, Co, Zn, Mo, B auf Niedermoor, die O. Knabe und A. Sehrader durchführten. Dabei wurden insbesondere die Bindungsformen und geeignete Extraktionsarten im Moorboden untersucht. Aus den gefundenen Zusammenhängen sind Düngungsempfehlungen abgeleitet worden, die zum Erreichen des Ertragsoptimums beitragen sollten.

Weiterhin wurden in den 50er und 60er Jahren Arbeiten über den Einfluß der Düngung auf den Eiweißgehalt und die Eiweißzusammensetzung der Gräser und Kleearten durchgeführt. Zu dieser Zeit begannen auch Arbeiten zur Kultivierung von Grünalgen (*Chorella vulgaris*), die aber bald eingestellt wurden.

Forschungsarbeiten zum Alkaloid-, Karotin- und Vitamin E-Gehalt von Gräsern sowie später zum Mykotoxingehalt von Silomais waren ein weiterer Schwerpunkt.

Ende der 60er Jahre begannen verstärkt Arbeiten zur Futterkonservierung die in Abstimmung mit dem Oskar-Kellner-Institut Rostock, den Universitäten Berlin und Halle und der Zentralstelle für Futtermittelprüfung und Fütterung Halle-Lettin durchgeführt wurden. Das Labor wurde entsprechend den gegebenen Möglichkeiten von W. Seyfarth und K. Robowsky ausgebaut und modernisiert. 1970-1976 wurde die Gaschromatographie, für die Futtermitteluntersuchung aufgebaut und danach GC- und HPLC-Methoden zur Futtermittelanalytik eingearbeitet.

1969 wurde die Methode zur Bestimmung der in vivo-Verdaulichkeit von Futtermitteln mit Hammeln durch G. Weise eingeführt. Damit sind Fragen der optimalen Nutzungszeitspannen für die Konservierung der Futtergräser, der Prüfung von Stämmen aus der Bastardgräserzüchtung des IFP, des Futterwertes von Grasbeständen mit hohem Queckenanteil, des Futterwertes von Stroh nach NaOH-Aufschluß, der Wirkung von Cellulase und von Impfkulturen auf den Futterwert von Grassilagen sowie des Futterwertes von extensiv bewirtschafteten Grasbeständen

untersucht worden. Seit Anfang der 90er Jahre wird an der Einführung der NIRS-Technik zur Grundfutteruntersuchung gearbeitet (K. Robowsky). Die Untersuchungen zur Mechanisierung der Futterernte beschränkten sich in den 50er Jahren in erster Linie auf die Grünlandpflege und die Heuernte, wobei insbesondere Mähwerkzeuge und Heuwerbemaschinen vergleichenden Erprobungen unterzogen wurden.

Größer werdende Betriebe erforderten leistungsfähigere Erntetechnik. Aus diesem Grunde wurde 1967/1968 in Zusammenarbeit mit der Landmaschinenindustrie der damaligen DDR, der Zentralen Prüfstelle Potsdam-Bornim (heute DLG-Prüfstelle), dem Institut für Mechanisierung Potsdam-Bornim und dem Staatlichen Komitee für Landtechnik eine Maschinenvergleichsprüfung im Raum Paulinenaue und Umgebung sowie zum Hangeinsatz im Thüringer Wald durchgeführt. Gezogene und selbstfahrende Futtererntemaschinen aus Ost und West wurden über die gesamte Kampagne 1967 und z. T. noch 1968 im Vergleich geprüft und wissenschaftlich gewertet. Daraus gingen die selbstfahrenden Futtererntemaschinen Schwadmäher E 301 und Feldhäcksler E 280 hervor. Vonseiten des Paulinenauer Institutes arbeiteten dabei besonders J. Nischwitz, M. Fechner und W. Schwandt mit. In den 70er und 80er Jahren wurde über das Mitwirken bei der in der DDR obligatorischen staatlichen Eignungsprüfung für neue bzw. weiterentwickelte Erzeugnisse der Landmaschinenindustrie ein Beitrag zur Weiterentwicklung und Komplettierung der selbstfahrenden Erntetechnik und Vervollkommnung der Maschinensysteme zur Futterernte und -konservierung geleistet (F. Hertwig, A. Rübensam, J. Pickert). Ein in der gesamten ehemaligen DDR durchgeführtes Silobauprogramm wurde durch das IFP wissenschaftlich begleitet (K. Bachmann).

Ein Institut von der Größe der Paulinenaue Forschungseinrichtung war ohne spezielle Zweigökonomie, Wissenschaftsorganisation, Forschungsplanung, moderne Rechentechnik sowie Information und Dolmmentation nicht denkbar. Die Leistungen auf diesen Gebieten, die insbesondere vor dem Hintergrund des herrschenden Wirtschaftssystems zu sehen sind, sind mit den Namen H. Rücker, E. Kreuz, F. Berg, H. Thimm, G. Neubett und H. Bennewiz verbunden. Den Mitarbeitern des IFP stand eine Fachbibliothek mit ca. 9000 Büchern und 230 wissenschaftlichen Zeitschriften zur Verfügung, der Speicher enthielt ca. 100 000 Dokumentennachweise und wurde bis 1991 auf den neuesten Stand gehalten.

Seit 1949 war dem Institut ein Lehr- **und** Versuchsgut von 337 haLF zugeordnet, welches 1964 mit dem Nachbarbetrieb Seibelang zusammengeschlossen wurde. H. Thöns leitete diesen Betrieb, der 1973 in das 9300 ha umfassende Gut Pflanzenproduktion Seibelang sowie das Gut Tierproduktion Paulinenaue eingegliedert wurde, die als effizient organisierte Unternehmen - neben anderen Betrieben in der ehemaligen DDR - für das IFP ein gutes Experimentierfeld waren.

## **Einfluß der extensiven Bewirtschaftung von Grünland auf den Nährstoffhaushalt von Niedermoorboden**

G. Watzke \*, M. Roschke \*\*

### **Einleitung**

In Brandenburg werden gegenwärtig nur noch 0,42 RGV je haLF gehalten. Die Erhaltung des Grünlandes erfordert in den grünlandreichen Betrieben eine extensive Bewirtschaftung. Aus diesem Grund wird vom Land Brandenburg, wie in anderen Bundesländern auch, die extensive Grünlandbewirtschaftung in diesen Betrieben finanziell gefördert. In den Förderrichtlinien ist festgelegt, daß kein Stickstoff gedüngt werden darf, und die P-Düngung auf 1,4 DE begrenzt ist. Die K-Düngung wird nicht begrenzt.

### **Material und Methoden**

Im Rahmen eines vieljährigen Förderprojektes des Landes Brandenburg wurden die Auswirkungen der Umstellung von intensiver zu extensiver Grünlandbewirtschaftung u.a. auf den Nährstoffhaushalt von Niedermoorböden verfolgt, deren Ergebnisse nachfolgend mitgeteilt werden. Für die Untersuchungen wurden neun Produktionsflächen auf mitteltiefgründigem Niedermoor im Unteren Rhinluch (Friesack) und auf flachgründigem Niedermoor im Havelländischem Luch (Paulinenaue) ausgewählt. In die Untersuchungen wurden sowohl Wiesen als auch Weiden einbezogen. Die Untersuchung der Böden und die Einstufung in Gehaltsklassen erfolgte nach den von der LUFA Potsdam festgelegten Methoden.

### **Ergebnisse und Schlußfolgerungen**

#### **Kaliumhaushalt**

Niedermoore sind entstehungsbedingt arm an Kalium. Eine Anreicherung mit Kalium ist nur in sehr engen Grenzen möglich, weil im Niedermoorboden entsprechende Speichermedien (Tonminerale) fehlen und die Kationenaustauschkapazität der organischen Substanz fast vollständig durch das reichlich vorhandene Kalzium abgedeckt wird. Zwei bis drei Jahre nach Aussetzen der Kaliumdüngung waren die geringen Bodenreserven aufgebraucht bzw. in den Untergrund verlagert und auf den meisten Untersuchungsflächen lag dann die Gehaltsklasse A vor (Abbildung 1). Unter diesen Bedingungen traten Mangelercheinungen auf. Die Massebildung ging zurück, die Blattspreiten verfärbten sich bräunlich, vor allem bei den anspruchsvollen Gräsern starben einzelne Blätter, später auch die gesamten Pflanzen ab und die Bestände wurden lückig. Die Frage war, wieviel Kalium zu düngen ist, um die Leistungsfähigkeit der Pflanzenbestände zu erhalten. In speziellen Versuchen wurde ermittelt, daß mit einem signifikanten Ertragszuwachs nur bis zu einer Düngermenge, die dem Entzug entspricht, zu rechnen ist (Tabelle 1). Die in den Düngungsempfehlungen geforderte Aufdüngung mit Kalium bis zur Gehaltsklasse C ist

---

\* Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue e. V., 14641 Paulinenaue

\*\* LUFA Potsdam, Templiner Straße 21, 14473 Potsdam

auf Niedermoorböden mit großen Verlusten verbunden (Tabelle 2).

Tabelle 1: Wirkung der Kaliumdüngung auf den Ertragszuwachs und den Kaliumentzug auf Niedermoorböden

Jahr	Versuch	Ende sign. Ertragszuwachs		Höchstertrag	
		bei ... kg K/ha	K-Entzug <sup>1</sup> kg/ha	bei ... kg K/ha	K-Entzug <sup>1</sup> kg/ha
1993	Fr. 855-3	100	159	189	187
1994..	Fr. 855:-3	150	120	261	154
	Pau 402/3	100	129		
1995	Fr. 855-3	75	88	150	133
	Pau 402/3	100	125	177	203

<sup>1</sup> K-Entzug durch die Erntemasse

Tabelle 2: Veränderungen des Gehaltes an DL-löslichem Kalium vom Frühjahr zum Herbst bzw. vom Herbst zum Frühjahr unter dem Einfluß der Kaliumdüngung

Düngung <sup>1</sup> kg/ha		Gehalt an DL-lösl. Kalium mg/100 g lutro Boden			
N	K	Frühjahr 1994	Herbst 1994	Frühjahr 1995	Verluste He • Frü
80	0	3,4	4,9	4,6	0,3
80	100	3,9	6,7	5,9	0,8
80	200	4,1	7,4	2,7	4,7
80	300	3,4	14,4	4,1	10,3
80	400	3,9	23,7	14,2	9,5
-----					
0	0	2,4	4,4	5,4	- 1,0
0	100	3,1	5,7	5,1	0,6
0	150	3,9	9,2	3,6	5,6

<sup>1</sup> Düngung im Frühjahr nach der Bodenuntersuchung

### Phosphorhaushalt

Ursprüngliche Niedermoore sind nicht nur arm an Kalium sondern auch arm an Phosphor. Im Gegensatz zum Kalium wird in schwachsauren Niedermoorböden (pH-Wertbereich 5-7) Phosphor als sorbiertes Fe-Phosphat gespeichert. Aus dem Vergleich der Phosphorgehalte von Oberboden (0-30 cm) und Unterboden (< 30 cm) konnte als Folge langjähriger Düngung im Mittel von 16 Flächen eine Akkumulation von ca. 400 kg P/ha kalkuliert werden (Abb. 2). Die

Akkumulation von Phosphor bedeutet in dem Fall aber keine Festlegung des Nährstoffes. Aus dem sorbierten Fe-Phosphat wird in dem Maße Phosphor freigesetzt, wie Eisen infolge der Tmfzersetzung mit niedermolekularen organischen Säuren Chelate bildet. Mit der DL-Methode wird weder der als sorbiertes Phosphat gebundene Phosphor noch die Freisetzungsrates erfasst. Aus diesem Grunde kann mit dieser Methode die Verfügbarkeit des Phosphors und damit der Versorgungsgrad der Böden nicht geschätzt werden. Wie die in der Abbildung 3 dargestellten Untersuchungsergebnisse zeigen, haben sich die Gehalte an DL-löslichem Phosphor nicht bzw. nur unwesentlich verändert, obwohl durch die Futterernten auch bei ausgelassener Düngung jährlich etwa 20 kg P/ha entzogen worden sind.

### Stickstoffhaushalt

In den sehr umfangreichen Untersuchungen zur Dynamik des mineralischen Stickstoffs ( $\text{NO}_3\text{-N}$  und  $\text{NH}_4\text{-N}$ ) im Niedermoorboden konnte kein Einfluß von Art und Intensität der Bewirtschaftung auf die Tmfzersetzung und damit die N-Freisetzung festgestellt werden. Bestätigt hat sich nur die bekannte Abhängigkeit der Torfzersetzung und damit der Stickstofffreisetzung vom Grundwasserstand (Abbildung 4). Die ökologische Bedeutung der extensiven Bewirtschaftung liegt u. a. auch darin, daß der freigesetzte Stickstoff weitgehend im Kreislauf "Boden-Pflanze-Tier-Boden" gebunden und damit vor Verlust geschützt wird.

In den Untersuchungen konnte der Priming-Effekt, d.h. die Verstärkung der Umsetzung der organischen Substanz durch die N-Düngung, nicht nachgewiesen werden. Im Gegensatz zu anderen Niedermoorböden lag der mineralische Stickstoff vorwiegend in Form von  $\text{NH}_4\text{-N}$  vor  $\text{NO}_3\text{-N}$  wurde meist nur in Spuren gemessen.

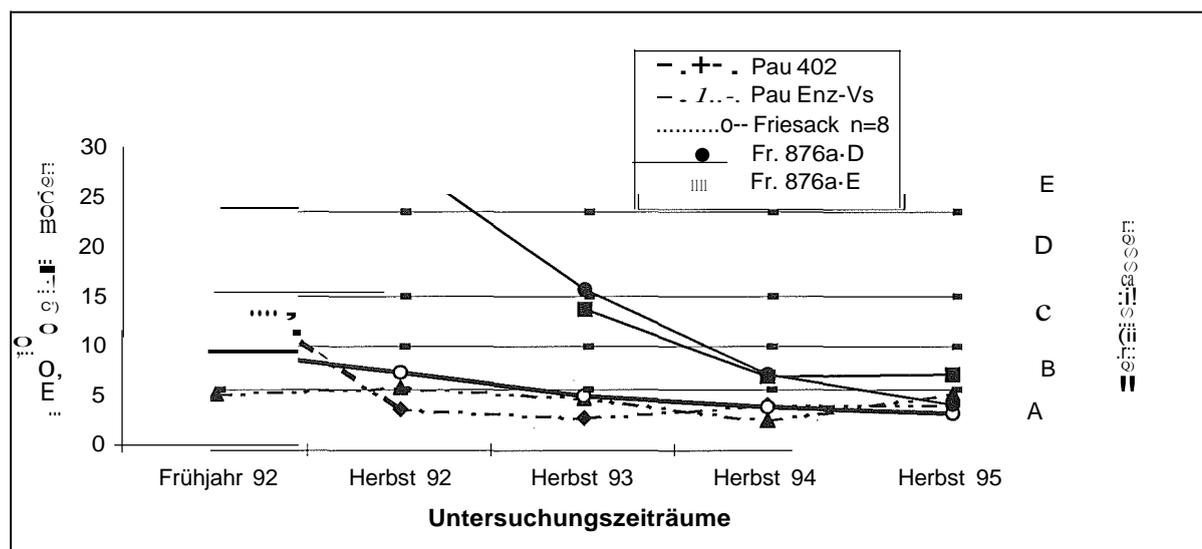


Abbildung 1: Veränderung der  $\text{K}_{0\text{L}}$ -Gehalte in Niedermoorböden bei ausgesetzter Kaliumdüngung

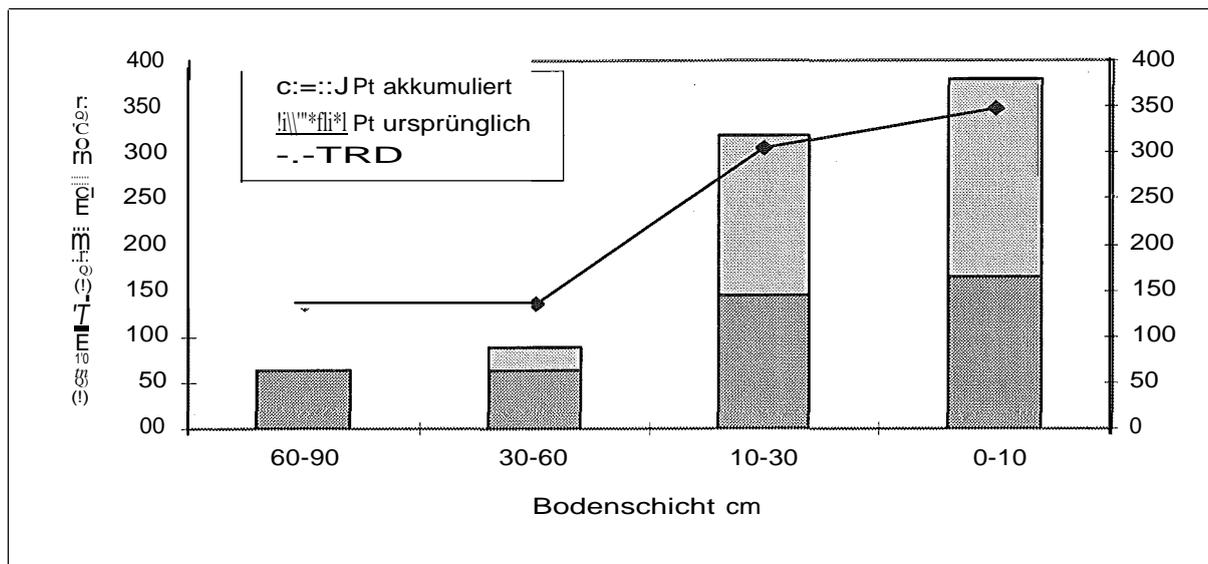


Abbildung 2: Pt-Gehalt und die Trockenrohdichte in den einzelnen Schichten eines Niedermoorbodens infolge der Degradierung und der Düngung

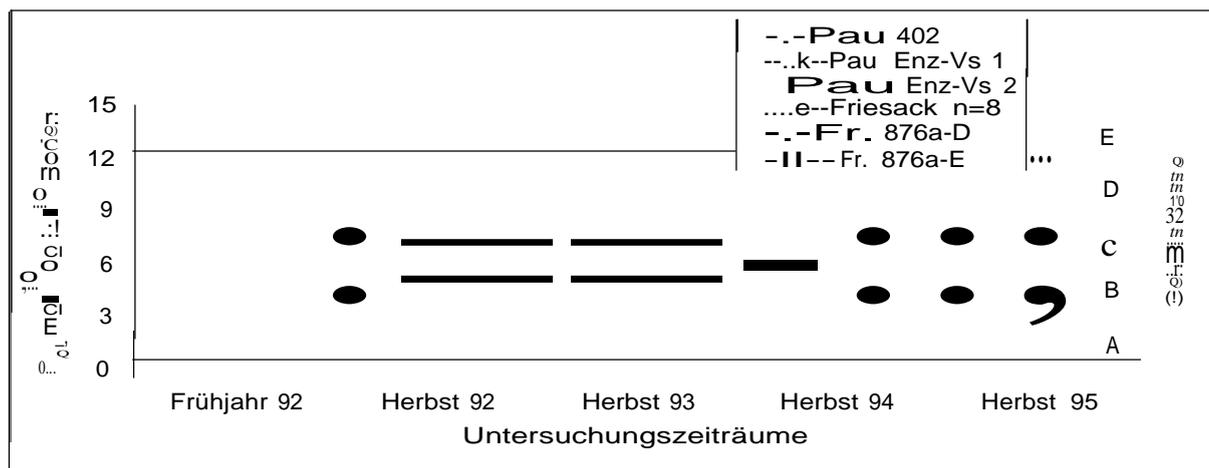


Abbildung 3: Veränderung der P<sub>0</sub>L-Gehalte in Niedermoorböden bei ausgesetzter Phosphordüngung

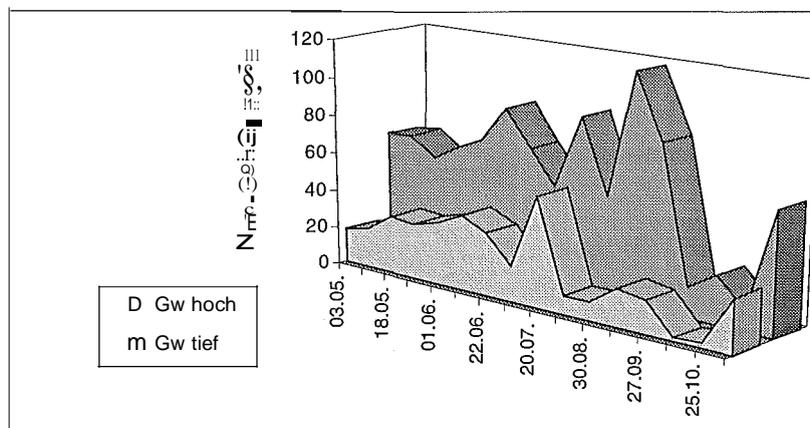


Abbildung 4: Dynamik des Nmin-Gehaltes in Abhängigkeit vom Grundwasserstand Paulinenaue, Naturschutzfläche, 1994

## Winterliche V/eidehaltung von Mutterkühen-Anforderungen und Grenzen P.Zube\*

### Einleitung

Wer winterliche Draußenhaltung von Mutterkühen anwendet, sieht sich häufig mit dem Vorwurf konfrontiert, diese Praxis verstoße gegen die Forderung des Tierschutzgesetzes nach verhaltensgerechter Unterbringung der Tiere. Weniger bedacht werden meist Probleme, die sich aus der Belastung der Flächen herleiten.

### Material und Methode

In der LVGF wurde der Frage nach der Notwendigkeit eines Unterstandes und der Frage nach dem Ausmaß der punktuellen Belastung durch Verhaltensbeobachtungen (Tabelle 1) und durch Ermittlung der Stickstoffkonzentration unter Futterplätzen und auf der Weide (Tabelle 2) nachgegangen:

Tabelle 1: Untersuchungen zum Wahlverhalten von Mutterkühen und Jungrindern

Fragestellung	Tierkategorie	Anz. Tiere	Datum (Beobachtungsdauer)
Aufenthalt im Unterstand			
a. Unterstand am Futterplatz	DA-Jungrinder	31	22.-24.02.94 (48 h)
	DA-Mutterkühe+Absetzer	178	16.-17.02.96 (24 h)
b. Unterstand 200m vom Futterplatz entfernt	DA-Mutterkühe+Absetzer	178	14.-16.02.96 (48 h)
Aufenthalt im Bereich mit spezifischer Betreuungsfunktion <sup>1</sup> bzw. auf offener Weidefläche			
	DA-Jungrinder	31	22.-24.02.94 (48 h)
	Salers-Mutterkühe	13	11.-12.03.93 (24 h)
	Salers-Mutterkühe	21	18.-19.03.94 (24 h)

<sup>1</sup> Bei DA-Jungrindern = Futter- und Tränkplatz + Unterstand; sonst Futter- und Tränkplatz

### Ergebnisse

Während der Beobachtungen im Februar 1994 stand den Tieren ein feldscheunenartiger Unterstand zur Verfügung. In dessen unmittelbarer Nähe konnten sie Heu aufnehmen. Trotz ausgesprochen naßkalter Witterung bei Temperaturen bis -10°C in der ersten und bis -13°C in der zweiten Nacht hielten sie sich 45 bzw. 59% der Gesamtzeit außerhalb des Unterstandes auf, und "Liegen außerhalb des Unterstandes" nahm in der 2. Nacht mit 36% einen um 3 % höheren Anteil ein als "Liegen im Unterstand". Ausnahmslos alle draußen liegenden Tiere hatten ihren Liegeplatz auf Heuresten gefunden. Während der Beobachtungen vom 14. - 17. 02.96 hielten sich

\* Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue e.V., 14641 Paulinenaue

die Tiere trotz naßkalter Witterung bei bis  $-7^{\circ}\text{C}$  nur 1 % der Gesamtzeit im Unterstand auf, solange 200m entfernt vom Unterstand Heu zugefüttert worden war (b). Als anschließend der Futterplatz direkt neben den Unterstand verlegt wurde (a), stieg dieser Anteil auf 9 %, obwohl das Wetter weniger widrig war als zuvor.

Voraussetzung winterlicher Freilandhaltung ist ausreichende Trittfestigkeit der Flächen. Auf Niedermoor scheidet Winterweide als planbare Variante aus, weil die Grenzen der Beweidbarkeit meist unterschritten werden (SCHOLZ und HENNINGS, 1995).

Ein Problem erster Ordnung sind die hohen punktuellen Belastungen am Futterplatz : Während der Verhaltensbeobachtungen im Februar 1994 hielten sich die Jungrinder 90% der Gesamtzeit in den Bereichen Futter- und Tränkplatz und Unterstand auf, die Salers-Herde während der Beobachtungen im März 1993 (hier stand kein Unterstand zur Verfügung) 91 % der Gesamtzeit auf dem Futter- und Tränkplatz. Unterstellte man eine Futterplatzgröße für eine 60er Herde von  $75\text{m} \times 75\text{m}$ , den Exkrementeanfall in einer Größe von 8% der Lebendmasse, den Aufenthalt der Tiere in diesem Bereich über 90% der Gesamtzeit (entsprechend den Anfall von 90% der Exkremente im Bereich des Futterplatzes) so würden innerhalb von nur 90 Tagen - umgerechnet auf einen ha- 346 t Exkremente anfallen.

Damit müssen jedoch - wie Tabelle 2 zeigt - keineswegs hohe Stickstoffeinträge in die ungesättigte Zone einhergehen: Während im Betrieb C (Zufütterung von Welksilage, keine Einstreu) bedeutende Einträge in die ungesättigte Zone unter dem Futterplatz nachgewiesen wurden, fanden sich unter dem Futterplatz im Betrieb D (hier wurde der Futter- und Liegeplatz gezielt eingestreut) sowie in den Betrieben B, E und F, in denen Heureste als Einstreu dienten, relativ geringe und gegenüber der offenen Weidefläche nur wenig höhere Werte.

Die Zufütterung an ständig wechselndem Platz bringt zwar ohne Frage eine Verringerung der punktuellen Belastung, die verbleibende Belastung reicht aber allemal aus, die Grasnarbe auf den dann zahlreicheren Futterstellen zu vernichten. Beräumung der Flächen und Nachsaat im Frühjahr beseitigen zwar den unschönen Anblick, nennenswerten Ertrag lassen solche Flächen im laufenden Jahr aber nicht erwarten, und im Folgejahr werden sie meist wieder als Futterplatz gebraucht.

Tabelle 2: Stickstoffgehalt [kg/ha] unter Weidebedingungen (WEISE, pers. Mitteilung)

Betrieb	Prüfglied	Wurzelzone (bis 1m Tiefe)		ungesättigte Zone		
		NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	m	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N
<b>1992/1993</b>						
B (Mo)	Weidefläche	37	62	1,5	3	126
	Futterplatz	268	307	1,0	81	154
C (S)	Weidefläche	12	232	5,0	20	1330
	Futterplatz (Silagefütterung)	159	440	6,0	104	2196
<b>1996</b>						
D (S,IS)	Futter- und Liegeplatz (eingestreut)	65	454	2,0	74	48
E (S,IS)	Weidefläche	6	0	0,5	0	0
	Futterplatz (Heufütterung)	174	428	1,5	44	15
F (S,IS)	Weidefläche	18	0	1,5	25	16
	Futterplatz (Heufütterung)	129	201	2,0	26	22

Eine wirksame Entlastung könnte die Bereitstellung von "Futter auf dem Halm" bringen. Während der Beobachtungen im März 1994 stand einer Salers-Herde nur begrenzt Konservatfutter zur Verfügung. Auf der Weide stand noch vmjähriges Gras. In diesem Fall hielten sich die Tiere überwiegend (93 %) auf der Weidefläche auf. Winterliche Draußenhaltung auf Grünland sollte deshalb möglichst auch Winter **w e i d e** sein! Ausschließlich Grünland bewirtschaftenden Mutterkuhhaltern wird es aber praktisch nicht möglich sein, diesen Rat zu befolgen. Mit Hilfe eines in der LVGF entwickelten Programmes zur Kalkulation von Weidebewirtschaftungsmodellen wurde berechnet, daß - wenn ein Bruttoertrag von 60 dt TS/ha erzielt wird und 40 oder gar 70 % des Winterfutters als "Futter auf dem Halm" bereitgestellt werden sollen - der mögliche Weidefutterertrag eine Besatzstärke von nur noch 0,7 bzw. 0,9 GV/ha erlauben würde.



## Durchgängiger Einsatz biologischer Siliermittel bei der Anwelksilagebereitung - Grundlagen sowie ökonomische Bewertung

F. Hertwig, K.-D. Robowsky, G. Neubeit \*

### Einleitung

Bei ungiinstigen Witterungsbedingungen und dadurch bedingtem verzögerten Welkverlauf wird der Einsatz von Siliermitteln zur Verbesserung der Silagequalität empfohlen. Im Mittelpunkt unserer Untersuchungen stand die Frage, in wieweit biologische Siliermittel durchgängig, d.h. auch bei angewelktem Siliergut effizient eingesetzt werden können. Dies wäre der Fall, wenn beim durchgängigen Einsatz dieser Mittel nicht nur die Qualität der Welksilagen verbessert, sondern auch die Organisation und die praktische Durchführung des Siliermitteleinsatzes in den landwirtschaftlichen Betrieben deutlich vereinfacht werden kann.

### Material und Methoden

Es wurden 13 Versuche mit insgesamt 4 verschiedenen DLG-geprüften Siliermitteln bei Siliergut aus verschiedenen Schnitten und Erntejahren des gleichen Grünlandbestandes (Grasmischbestand mit Wiesenschwingel, Wiesenlieschgras, Wiesenrispe und Quecke als Hauptbestandbildner) durchgeführt. Die Silierung des Häckselgutes erfolgte in 0,2 m<sup>3</sup> Versuchssilos. Das Erntegut wurde frisch, leicht angewelkt bzw. mit einer maximalen Feldliegezeit von 2 Tagen einsiliert. Der Trockensubstanzgehalt lag im Bereich von 18 bis 55 %. Nicht berücksichtigt wurde der Bereich der schwervergärbaren Siliergüter. Die Zugabe des Siliermittels wurde per Hand entsprechend den Anwendungsvorschriften der Hersteller durchgeführt. Nach etwa 90 Tagen erfolgte die Auslagerung der Silage und die Ermittlung der in vivo-Verdaulichkeit im Verdauungsversuch mit 4 Hammeln.

Tabelle 1: Methoden

Prüfparameter	Methode
Trockensubstanz	Trockenschrank (60 °C/105 °C), Korrektur um die Gärprodukte
Gärsäuren und Alkohole	Kapillar-Ge (25m x 0,32 mm i. •• FFAP-Kapillare; 0,29 11m Filmdicke), Temperaturprogramm
Milchsäure	kolorimetrisch mit p-Hydroxybiphenyl
Pufferkapazität	g Milchsäure/1000 g Trockenmasse bis pH 4 am Titrierautomaten
Ammoniak	Conway-Mikrodiffusions-Methode Gesamtzucker
Zucker	im Kaltwasserextrakt mit Anthron nach
Rohnährstoffe	Methodenbuch Band III der VDLUFA Methode
Keimdichte der Milchsäurebakterien	nach Seale u. Mitarbeiter (1990)
in vivo-Verdaulichkeit	methodische Richtlinien nach Schiemann u.a. (1981)

\*Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue e. V., 14641 Paulinenaue

Die Bestimmung der Gärparameter und der Rohnährstoffe erfolgte entsprechend den Standardmethoden (Tabelle 1).

### Ergebnisse und Schlußfolgerungen

Der Einsatz der biologischen Siliermittel bewirkte in 11 der 13 Versuche eine deutlich höhere Milchsäurebildung. Dadurch erfolgte eine signifikant stärkere Absenkung des pH-Wertes um im Durchschnitt 0,27 in der Gruppe mit einem TS-Gehalt < 30% bzw. tlm 0,42 Einheiten in der Gruppe mit höheren TS-Gehalten (Tabelle 2). Infolge des günstigeren Gärverlaufes reduzierte sich auch die Butter- und Essigsäurebildung sowie der Proteinabbau zu Ammoniak (Tabelle 3).

Tabelle 2: Veränderung der Fermentationsparameter durch den Einsatz biologischer Siliermittel

TS-Bereich	Anzahl der Versuche (n)	pH-Wert	Milchsäure g/kg TS
< 30	7	-0,27 (+ 0,01/- 0,57) †	+ 12,2 (- 2,61+ 44,4)
> 30	6	-0,42 (+ 0,1/- 0,81)	+ 10,4 (- 13,41+ 25,9)
Minimal-/Maximalwert			

Tabelle 3: Veränderung der Fermentationsparameter durch den Einsatz biologischer Siliermittel

TS-Bereich %	Anzahl der Versuche (n)	NH <sub>3</sub> -N/Ges. N %	Essigsäure g/kg TS	Buttersäure g/kg TS
< 30	7	- 3,1 (+1,5/- 4,9) †	-4,9 (+0,3/- 11,6)	-4,9 (0/-16,64)
> 30	6	-0,6 (+0,9/- 1,9)	-0,2 (+0,4/- 3,8)	
Minimal-/Maximalwert				

Bei der Mehrzahl der Versuche wurde infolge des Einsatzes der biologischen Siliermittel eine bessere Verdaulichkeit der organischen Masse und der Rohfaser nachgewiesen. Der Anstieg der Verdaulichkeit betrug im Mittel 1,1 bzw. 2,1 %-Punkte für die organische Masse und 2,1 bzw. 2,5 %-Punkte für die Rohfaser. Durch die verbesserte Verdaulichkeit wiesen die behandelten Silagen auch eine höhere Energiekonzentration von 0,15 in der niedrigeren TS-Gruppe bzw. 0,23 MJ NEL/kg TS in der Gruppe mit einem TS-Gehalt von mehr als 30% auf (Tabelle 4). Für die Auswertung der Gärverluste wurden die Versuche in 2 Gruppen, mit und ohne Buttersäurebildung in der Kontrollvariante, untergliedert. In den Varianten mit Buttersäurebildung konnten durch den Mitteleinsatz die Gärverluste im Durchschnitt um 3,3 %-Punkte, bei den Versuchen ohne Buttersäurebildung um 1,8 %-Punkte gesenkt werden (Tabelle 5).

Durch den Einsatz der Siliermittel erhöhen sich bei Mittelkosten von 4 DM/t Siliergut die Kosten für die Welksilagebereitung (Vollkostenrechnung von der Düngung bis Lagerung, incl. Lohn)

unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen um 0,75 DM/dt TS und nur um 0,09 DM/dt TS bei Mittelkosten von nur 2 DM/t Siliergut (Tabelle 6). Durch die höhere Energiekonzentration in der Welksilage kann entweder Kraftfutter bei gleichbleibender Milchleistung eingespart oder bei gleichen Kraftfuttermengen eine höhere Milchleistung je Tier realisiert und dadurch die Tierzahl bei gleichbleibender Milchquote reduziert werden. Bei Siliermittelkosten von 4 DM/t Siliergut entstehen bei gleichbleibender Leistung und Reduzierung des Kraftfutters Mehrkosten von 14 DM bezogen auf die jährliche Marktproduktion einer Kuh. Betragen die Siliermittelkosten nur 2 DM, so realisiert man schon einen -wenn auch geringen- Gewinn von 1 DM pro Kuh. Steigert man aber die Milchleistung bei gleichzeitiger Verringerung des Tierbestandes, so ergibt sich schon bei den unterstellten Siliermittelkosten von 4 DM ein Gewinn von 33 DM bzw. 47 DM je Kuh und Jahr bei 2 DM für das Siliermittel. Ist es durch den geringeren Tierbestand möglich, die Lohnkosten zu reduzieren, so steigt der Erlös um weitere 20 DM (Tabelle 7).

Die vorgestellten Versuchsergebnisse zeigen, daß der Einsatz von biologischen SiErmitteln - insbesondere die in der Wirkungsrichtung 4 der DLG-Richtlinie (Mittel mit Sonderwirkung "Fördert die Verdaulichkeit der behandelten Silagen") geprüft sind- durchgängig empfohlen werden kann. Der Einsatz wird immer dann effizient, wenn durch das Siliermittel eine höhere Milchleistung bei gleichzeitig reduziertem Tierbestand realisiert wird. Eine weitere Verringerung der Siliermittelkosten wirkt sich besonders positiv aus.

Tabelle 4: Veränderung der in vivo-Verdaulichkeit der organischen Masse und der Rohfaser sowie der Energiedichte durch den Einsatz biologischer Siliermittel

TS-Bereich %	Anzahl der Versuche (n)	Verdaulichkeit (%)		NEL
		org. Masse	Rohfaser	MJ/kgTS
< 30	7	+ 1,1 (-0,3/+ 2,3)	+ 1,9 (+0,2/+ 3,5)	+ 0,15 (-0,04/+0,34)
> 30	6	+ 2,1 (-0,11/+ 5,8)	+ 2,5 (-0,2/+ 3,8)	+ 0,23 (-0,05/+0,58)
Minimal-/Maximalwert				

Tabelle 5: Reduzierung der Gärverluste durch den Einsatz biologischer Siliermittel

Versuchs- varianten	Anzahl der Versuche n	Reduzierung der Gärverluste (%)	
		abs.	rel.
unbehandelte Silagen mit Buttersäure	7	3,3 (0,9/6,2)	43
unbehandelte Silagen ohne Buttersäure	8	1,8 (0,6/4,1)	42
Minimal-/Maximalwert			

Tabelle 6: Kostenerhöhung bei der Welksilageproduktion durch den Siliermitteleinsatz bei unterschiedlichem Siliermittelpreis

**Annahmen:**

Siliermittelkosten:	2 bzw. 4 DM/ t Siliergut (35 % TS)
Dosiergerät	3.000DM; 5 Jahre NN, 750 ha/Jahr, 0,30 DM/ha Reparaturkosten
Reduzierung der Gärverluste (TS):	um2%
Erhöhung der Energiedichte:	von 5,6 auf 5,8 MJ NEL/kg TS
Grünlandertrag:	70 dt TS/ha bei 3 Schnitten

		ohne	mit Siliermittel	
		Siliermittel	2DM/t	4DM/t
Ertrag netto	dt TS/ha	56	57,4	57,4
Siliermittelkosten	DM/ha		36	72
Gesamtkosten	DM/ha	1.420,80	1.461,65	1.499,10
	DM/dtTS	25,37	25,46	26,12
	Pf/10 MJ NEL	45,3	43,9	45,0
Mehrkosten	DM/dtTS		0,09	0,75

Tabelle 7: Effekt des Siliermitteleinsatzes in der Milchviehfütterung

**Annahmen:** 6.000 kg FCM/Kuh und Jahr, 3.070 kg aus Grundfutter  
5.850 kg/Kuh und Jahr Marktproduktion UMP)  
50% Welksilage / 50% Maissilage (16 DM/dt TS)  
KF: Getreideschrot (26,- DM/dt) Sojaschrot (38,- DM/dt)  
Siliermittelkosten: 4 DM/t Siliergut

**Differenzen zur Ausgangssituation** (ohne Siliermittel)

Parameter		KF-Einsparung	Leistungs- erhöhung
Kraftfutter	kg/Kuh	- 144	-22
Leistung	kgFCM/Kuh		254
Kühe/jMP	Anzahl	1	0,958
Grundfutter	dt TS/jMP	1,34	-0,76
Deckungsbeitrag	DM/jMP	-14(+1) <sup>1</sup>	33 (47)
dto. abzgl. Lohn	DM/jMP	-14(+1)	53 (67)

<sup>1</sup> 2 DM anstelle von 4 DM Siliermittelkosten/t Siliergut

## Variationsbreite des Futterwertes von Niedermoorgrünland unter Berücksichtigung der häufigsten Pflanzen

R. Bockholt, F. Buske u. K. Friedel \*

### Einleitung

Bodenständige Pflanzenarten mit unbekanntem Futterwert gewinnen auf Grünlandstandorten, die der weniger intensiven und extensiven Bewirtschaftung zugeführt werden, an Bedeutung. Die Vielfalt der Bestandeszusammensetzung nimmt bei reduzierter Düngung, reduzierter Entwässerung und Verzicht auf die Ansaat leistungsfähiger Futtergräser zu.

### Methoden

Auf 4 typischen Niedermoorgrünlandflächen Mecklenburg-Vorpommerns wurden 33 futterwertbestimmende Arten gefunden, die sich durch Sammeln ohne Schwierigkeiten einzeln gewinnen ließen. Sie wurden in wöchentlichem Abstand beprobt und sowohl nach der Weender Futteranalyse als auch nach der von FRIEDEL modifizierten Cellulasemethode untersucht. Die Schätzung der Energiedichte erfolgte nach FRIEDEL (1990).

Um die Übersicht zu bewahren, sind die Ergebnisse nach Artengruppen und Wasserstufen geordnet aufbereitet worden. Trotzdem ermittelten wir je Wasserstufe und Artengruppe noch 7 bis 9 Arten, die zumindest auf kleinen Teilflächen dominierend und futterwertbeeinflussend sein können. Gräser und Kräuter von Niedermoorstandorten mit den frischen Wasserstufen 2+/- und 2+ (ökologische Bodenfeuchte 4,5 bis 6,4) bzw. den feuchten Wasserstufen 3+ und 4+ (ökologische Bodenfeuchte 6,5 bis 8) werden in den Tabellen 1 bis 4 als Mittelwerte von 3 Jahren (1991-1993) und mehrerer Teilflächen vorgestellt.

### Ergebnisse

Durch Gegenüberstellung zu den Referenzpflanzen *Trifolium repens* (Weißklee) und *Dactylis glomerata* (Knautgras) bzw. *Lolium perenne* (Deutsches Weidelgras) von schwach gedüngtem Mineralbodengrünland wird gezeigt, daß Verdaulichkeit der organischen Masse (VOM) und Energiedichte (NEL) vielfach über den aus Futterwertzahlen von KLAPP, BOEKER, KÖNIG, STÄHLIN (1953) abgeleiteten Erwartungen liegen.

Verschiedene Kräuter wie Bärenklau; Löwenzahn, Kriechender Hahnenfuß, Kohldistel, Wald-Engelswurz, Spitzwegerich, Sumpfdotterblume stehen dem Weißklee bei rechtzeitiger Ernte des 1. Aufwuchses im Hinblick auf Verdaulichkeit und Energiedichte nicht nach. Beizeitigem Weideaustrieb sind verschiedene Gräser, wie Gemeine Quecke, Wolliges Honiggras, Rotschwingel, Behaarte Segge, Flutender und Wasserschwaden, Knickfuchsschwanz, Weißes Straußgras dem Deutschen Weidelgras gleichwertig und dem Knautgras überlegen.

---

\*Universität Rostock, FB Agrarökologie, Justus-von-Liebig-Weg 6-8

Tabelle 1: Verdaulichkeit und Energiedichte von typischen Kräutern der Wasserstufe 2+/- und 2+ (ölvlogische Bodenfeuchte 4,5 bis 6,5)

Arten	7.5.	1.6.	1.6.	15.6.	15.6.	1.7	1.7	15.7.	15.7.
	NEL MJ	VOM %	NEL MJ	VOM %	NEL MJ	VOM %	NEL MJ	VOM %	NEL MJ
Bärenklau	7,2	87	7,1	86	6,8	85	6,7	80	6,4
Löwenzahn	6,9	80	6,4	80	6,4	79	6,2	78	6,1
Wiesenkerbel	7,0	70	5,6	58	4,5	49	3,7	41	2,9
Gr. Erennessel	6,9	78	6,3	74	5,9	71	5,5	68	5,2
St. Ampfer	6,7	75	6,4	72	6,0	52	4,0	42	3,2
Vogelmiere	6,6	77	6,0	72	5,5	67	5,0	62	4,5
lCr. Ampfer	6,6	61	5,0	54	4,3	46	3,4	45	3,4
Schafgarbe	6,5	79	6,4	73	5,9	60	4,7	61	4,8
W. Taubnessel	6,2	77	6,0	76	6,0	75	5,9		
Variationsbreite	1,0	26	2,1	32	2,5	39	3,3	39	3,5
Mittelwert	6,7	76	6,1	72	5,7	65	5,0	60	4,6
Streuung(%)	5%	9%	10%	14%	14%	21%	24%	26%	28%
Referenzpflanze									
Weißidee	6,9	79	6,8	75	6,7				

Grundsätzlich nehmen Variationsbreite und Streuung von Verdaulichkeit und Energiedichte mit späteren Nutzungsterminen, in unserem Beispiel von Anfang Mai bis Mitte Juli, bei abnehmendem mittleren Futterwert zu. Als Ursachen können der gestaffelte Übergang in die generative Phase und die differenzierten Wuchstypen angesehen werden. Die gesamte außerordentlich große Variationsbreite des Futterwertes wird durch die lCräuter bestimmt, denn positive und negative Extreme sind bei fortgeschrittenen Ernteterminen jeweils durch einzelne Kräuter gegeben. Selbst Sauergräser und Binsen weisen keine negativen Extremwerte auf, die die lCräuter übertreffen. Die Variationsbreite des Futterwertes der Gräser beträgt am Ende des möglichen Erntezeitraumes nur 1,5-1,8 MJ NEL, während dieselbe bei den lCräutern 3,5 bis 3,6 MJ NEL beträgt. Die Entwicklung der mittleren Energiedichte und mittleren Verdaulichkeit verläuft auf relativ gleichem Niveau, unabhängig davon, ob man die Gräser, lCräuter oder auch die Bestandesbildner in den verschiedenen Wasserstufen betrachtet. Am 7.5. werden 7,2 bis 6,7 MJ NEL bei 3 bis 9 %Streuung erreicht, am 15.7. 4,6 bis 5,0 MJ NEL bei 12 bis 28% Streuung.

Tabelle 2: Verdaulichkeit und Energiedichte von typischen Gräsern der Wasserstufen 2+/- und 2+ (ökologische Bodenfeuchte 4,5 bis 6,5)

Arten	7.5.	1.6.	1.6.	15.6.	15.6.	1.7.	1.7.	15.7.	15.7.
	NE MI	VOM %	NE MI	VOM %	NE MI	VOM %	NE MI	VOM %	NE MI
Gemeine Quecke	7,2	77	6,6	71	5,9	62	5,6	63	5,1
Woll. Honiggras	7,3	71	5,9	62	5,5	58	4,6	55	4,3
Gemeine Rispe	7,0	70	5,7	64	5,2	62	5,0	65	5,2
Rohrglanzgras	7,1	70	5,8	61	5,0	57	4,5	57	4,5
Rotschwingel	7,4	75	6,3	71	6,1	66	5,5	67	5,6
Wiesenrispe	7,1	74	6,4	60	4,9				
Rasenschmiele	6,9	71	6,1	62	5,2	56	4,5	55	4,4
Behaarte Segge	7,3	78	6,7	73	6,2	70	5,9	70	5,9
<b>Variationsbreite</b>	<b>0,5</b>	<b>8</b>	<b>1,0</b>	<b>13</b>	<b>1,3</b>	<b>14</b>	<b>1,4</b>	<b>15</b>	<b>1,5</b>
Mittelwert	7,2	73	6,2	64	5,5	62	5,1	62	5,0
Streuung (%)	3%	4%	6%	11%	9%	8%	12%	10%	12%
<b>Referenzpflanzen</b>									
Dtsch. Weidelgr.	7,2	82	7,1	78	7,0	69	6,7		
<b>Knautgras</b>	<b>6,8</b>	<b>68</b>	<b>6,1</b>	<b>65</b>	<b>6,0</b>	<b>62</b>	<b>5,9</b>		

Tabelle 3: Verdaulichkeit und Energiedichte von typischen Kräutern der Wasserstufen 3+ und 4+ (ökologische Bodenfeuchte 6,6 bis 8)

Arten	7.5.	1.6.	1.6.	15.6.	15.6.	1.7.	1.7.	15.7.	15.7.
	NE MI	VOM %	NE MI	VOM %	NE MI	VOM %	NE MI	VOM %	NE MI
Kr. Hahnenfuß	7,3	82	6,8	81	6,6	78	6,3	78	6,4
Kohldistel	6,9	83	6,7	81	6,4	81	6,3	78	6,1
Sumpf-Hornklee	6,2	69	5,6	65	5,4	64	5,2	59	4,2
W.- Engelswurz	6,8	82	6,7	81	6,6	81	6,5	80	6,5
Sp.- Wegerich	6,9	77	6,4	72	5,9	68	5,5	65	5,2
S.-Dotterblume	7,1	78	6,3	77	6,2	77	6,0	73	5,5
Echt. Mädesüß	5,9	61	5,0	53	4,2	46	3,7	42	3,2
W.-Sauerampfer	6,9	65	5,5	55	4,4	45	3,5	40	2,9
Gern. Beinwell	6,3	71	5,6	68	5,6	65	5,0	65	4,6
<b>Variationsbreite</b>	<b>1,4</b>	<b>21</b>	<b>1,8</b>	<b>28</b>	<b>2,4</b>	<b>36</b>	<b>3,0</b>	<b>40</b>	<b>3,6</b>
Mittelwert	6,7	74	6,1	70	5,7	67	5,3	64	5,0
Streuung (%)	7%	11%	11%	16%	16%	21%	21%	24%	26%

**Tabelle 4: Verdaulichkeit und Energiedichte von typischen Gräsern der Wasserstufen 3+ und 4+ (ökologische Bodenfeuchte 6,6 bis 8)**

Arten	7.5.	1.6.	1.6.	15.6.	15.6.	1.7.	1.7.	15.7.	15.7.
	NEL MJ	VOM %	NEL MJ	VOM %	NEL MJ	VOM %	NEL MJ	VOM %	NEL MJ
Wald-Simse	6,7	70	5,9	65	5,3	58	4,7	55	4,4
Sumpf-Segge Flut.	5,8	65	5,3	57	4,6	53	4,2	51	<b>4,0</b>
Schwaden Wasser-	7,2	75	6,2	69	5,7	64	5,2	63	5,1
Schwaden W.-	7,3	77	6,5	75	6,2	71	5,8	68	5,5
Fuchsschwanz Kn.-	6,4	<b>60</b>	4,9	59	4,9	58	4,5	56	4,4
Fuchsschwanz	7,1	78	6,4	73	6,0	73	5,9	71	5,8
W. Straußgras	7,5	77	6,5	71	5,9	65	5,3	62	5,0
<b>Variationsbreite</b>	1,7	<b>18</b>	<b>1,6</b>	<b>18</b>	<b>1,6</b>	20	1,7	20	<b>1,8</b>
Mittelwert	6,9	72	6,0	67	5,5	63	5,1	61	4,9
Streuung (%)	9%	10%	10%	11%	11%	12%	12%	12%	12%

Die Abweichungen vom Mittelwert werden durch folgende Arten stark gerichtet:

Gräser mit langsamem Absinken der Verdaulichkeit	Quecke, Wasserschwaden, Weißes Strmif3-gras, Behaarte Segge, Knicl fuchsschwanz
Gräser mit schnellem Absinken der Verdaulichkeit	Gemeine u. Wiesenrispe, Wolliges Honiggras, Wiesenfuchsschwanz, Sumpf-Segge, Wald-Simse, Rasenschmiele

Die relativen Energiegehalte entsprechen bei häufig untersuchten Grünlandkräutern den Angaben aus der Literatur (ISSELSTEIN, 1994; SPATZ u. BAUMGARTNER, 1990; BOCKHOLT u. a., 1994)

## Literatur

- BOCKHOLT, R., SCHNITTKKE, C. u. K. FRIEDEL; 1994: Nähr- und Mineralstoffgehalt von Kräutern des Niedermoorgrünlandes, Rost. Agrar- u. Umweltwiss. Beiträge 2, 91-98
- FRIEDEL, K., 1990: Die Schätzung des energetischen Futterwertes von Grobfutter mit Hilfe einer Cellulasemethode.- Wiss.Z.Uni Rostock, Nat. Reihe 39, 78-86
- KLAPP, E., BOEKER, P., KÖNIG, F. u. STÄHLIN, A. (1953) Wertzahlen der Grünlandpflanzen.- Das Grünland, 2.- S.48-40 (Beilage zu "Der Tierzüchter")
- ISSELSTEIN, J.N.P., 1994: Zum futterbaulichen Wert verbreiteter Grünlandkräuter.- Habilitationsschrift, Gießen

## Futterbau-Großbetrieb und hohe Konservatfutterqualität -läßt sich das vereinbaren? H. Hochberg \* und U. Langenharr\*\*

### Problemstellung

Der Futterbau und die Milchviehhaltung konzentrieren sich in Thüringen auf die Großbetriebe. Solche Betriebe bewirtschaften im Mittel 232 ha Grünland, 85 ha Mais und 66 ha Feldfutter. Die größten Unternehmen verfügen über 1878 ha Grünland, 606 ha Mais und 534 ha Feldfutter. Die Untersuchungen zur Grundfutterqualität verdeutlichen, daß es bei diesen Größenordnungen schwierig ist, durchweg sehr gute Silage oder Qualitätsheu zu bereiten. Andererseits ist bei dem erreichten Leistungsniveau in der Milchviehhaltung von mehr als 6 000 kg/Kuh und Jahr eine sehr gute Grundfutterqualität erforderlich, um eine wiederkäuergerechte Fütterung aufrechtzuerhalten. Das Optimum ist im Großbetrieb nicht durchweg erreichbar, aber mittels verschiedener Verfahren der Konservatfutterbereitung sowie Sorgfalt im Detail kann ein sehr hoher Anteil als Qualitätsgrundfutter bereitgestellt werden. Am Beispiel eines Futterbau-Großbetriebes aus Thüringen sollen Management und Ergebnisse der Konservatfutterbereitung aufgezeigt werden.

### Futterbau-Referenzbetrieb und seine Ernte-/Konservierungsstrategie

Der Referenzbetrieb, die Thüringer Zuchtgenossenschaft "Rind" Ernstroda e.G., bewirtschaftet 72 Prozent seiner LF als Puttetfläche und betreibt Milchvieh- und Mutterkuhhaltung, Jungrinder- aufzucht für die eigene Reproduktion und für Milchviehbetriebe im Erfurter Becken sowie Bullenmast (Tabelle 1).

Die Basis für die Grundfutterbereitung bildet das Grünland, welches sich zu 80 Prozent in Hanglagen befindet. Der Maisanbau ist ausgerichtet auf einen hohen Rationsanteil in der Milchviehfütterung und Bullenmast. Feldgras, Klee- und Gerstgras gewährleisten in dieser Vorgebirgslage ein stabiles, hohes Ertragsniveau vom Feldfutter.

Die Futterernte vollzieht sich in einem Großbetrieb nahezu kontinuierlich im Zeitraum Mitte Mai bis Mitte Oktober. In mehr als 70 Erntetagen werden, wie aus Tabelle 2 hervorgeht, über 20 000 t Siliergut geborgen. Das setzt Tagesleistungen von mehr als 30 ha bei Welkgut bzw. mehr als 10 ha bei der Maisernte voraus, wobei ca. 300 t Siliergut transportiert und eingelagert werden. Dabei gilt es, die jeweils optimale Schnittzeitspanne weitestgehend einzuhalten, ohne dabei auf kleinflächige Sonderpartien mit abweichendem Entwicklungszustand Rücksicht nehmen zu können.

Die Ausstattung mit Futtererntetechnik ist auf das betriebswirtschaftlich verantwortbare Maß ausgerichtet. Der Großbetrieb muß das Leistungspotential der Maschinen voll ausschöpfen, um die Kosten je Produkteinheit zu senken. Die 1 900 ha Mähfläche bewältigen i.W. zwei selbstfahrende Großflächenmäher, Typ E 340 mit Unischnittsystem. Im Dauereinsatz auf Großflächen bringt dieser *Setzwaadmäher* eine der Kombination Frontanbauscheiben- und gezogenes Heckmäh-

---

\* Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft - Sachgebiet Grünland und Futterbau, Bahnhofstraße 1a, 99869 Wandersleben

\*\* Thüringer Zuchtgenossenschaft "Rind" Ernstroda e. G. - 99894 Ernstroda

werk vergleichbare Leistung auf diesem Vorgebirgsstandort Das Schwad wird 2,7 bis 3,8 m breit abgelegt, unabhängig ob Welksilage oder Heu bereitet werden soll. Der Ernteablauf ist flexibel. Für die Welkgutbereitung wird aus Kapazitätsgründen auf das Zetten verzichtet; ein Wenden erfolgt nur bei Heubereitung.

Tabelle 1: Übersicht zum Referenzbetrieb

Betrieb Naturraum	Thüringer Zuchtgenossenschaft "Rind" Ernstroda e.G.	
Höhenlage	Nördliches Thüringer Waldvorland	
Jahresniederschläge	350 ... 650 m ü NN	
Jahrestemperatur	720mm	
Bodenbonität	6,2 OC (165 frostfreie Tage) AZ 34, GZ29	
Betriebsgröße u. -ausdehnung	3 264 ha LF davon	1 387 ha Ackerland 1 877 ha Grünland
	Ost-West-Ausdehnung	25km
	Nord-Süd-Ausdehnung	10km
	Gemarkungen	19
Ackerbau	Druschfrüchte	774ha
	Silomais	155 ha
	Feldgras	325 ha
	Stillelegung	133 ha
Viehwirtschaft	Rinder	5 590 davon 740 Milchkühe 250 Mutterkühe 4 120 Jungrinder, weibl. 282 Mastbullen 5 Zuchtbullen
	GVE	3 660
	RGV	3 440
	RGV /ha Futterfläche	1,46

Tabelle 2: Leistungsparameter der Futterernte in einem Großbetrieb  
-Thüringer Zuchtgenossenschaft "Rind" Ernstroda e.G. - 1993 ... 1995

Parameter	ME	Konservat	
		Mais	Anwelksilage
Erntemenge - OS	t	4 200	16 000
Erntefläche	ha	160	1 900
Erntetage <sup>0</sup>	d	13	58
TS-Gehalt	%	33	36
Tagesleistung	ha/Tag	12	33
	t/Tag	323	276

<sup>1</sup> Erntezeltraum: Anwelksilage 10.05.... 21.05. bis 02.... 25.09.  
Mais 29.09.... 04.10. bis 13.... 22.10.

Das inhomogen vorgewelkte Mähgut erfährt beim *Häckseln* eine ausreichende Vermischung. Auf dem Feld wird nicht bis zum optimalen TS-Gehalt vorgetrocknet, weil das Verteilen des Gutes auf den großen, 5 000 m<sup>3</sup> fassenden Horizontalsilos mit einem weiteren Trocknungseffekt verbunden ist.

Zum *Schwadiegen* sind Zweikreisel-Seitenschwader eingesetzt, die jedoch bei der notwendigen Verlegebreite von 6- 7 m technisch überfordert sind. Die Großschwader mit 7 m Arbeitsbreite bewältigen den Frühljahrsaufwuchs nur befriedigend und in den Folgeaufwüchsen werden nur im Kehrverfahren (über 13 m Verlegebreite) ausreichend dimensionierte Schwade für einen Mittelklasse-Feldhäcksler gestaltet.

Für das *Häckseln* gewährleistet ein Feldhäcksler (350 PS-Motorleistung) einen kontinuierlichen Arbeitsablauf und Flächenleistungen von mehr als 2 ha/h. Beide Maschinen sind mit Applikationstechnik für Siliermittel ausgestattet. Der *Transport* des Welkgutes erfolgt je nach Feld-Silo-Entfernung mit 3 - 5 Transporteinheiten je Häcksler, bestehend aus dem LKW W 50 LAZ mit HW 80-SHA 8. Diese kippen vor dem Silo ab.

Für die *Einlagerung* werden auf dem Silo zwei Traktoren benötigt. Ein mit Schiebegabel ausgerüsteter Schlepper verteilt das Siliergut, während ein zweiter das Festwalzen übernimmt; d.h., der jeweilige Siloabschnitt unterteilt sich in einen Pack- und Festfahrraum. Der Festfahr-aufwand muß sich auf mindestens 3 Minuten/t Gut belaufen. Im Bedarfsfall wird für dieses aktive Verdichten auch eine Rüttelwalze eingesetzt. Die Einlagerung ist der leistungsbegrenzende Abschnitt bei der Welksilierung. Siliermittel in Form von Milchsäurebakterien, Trockeneis oder beides werden bei Bedarf verwendet. Der Trockeneiseinsatz wird praktiziert in Silos, für die relativ lange Lagerzeiten vorgesehen sind; ansonsten nur bei gefährdeten Partien wie z.B. in der Nähe der Silowände.

*Die Abdeckung* der großdimensionierten Silos erfolgt abschnittsweise mit einer 150 Mikrometer starken Folie, welche mit Klebeband an den Rändern zur Silowand befestigt sowie an Überlappungen verbunden wird. Mit dieser Vorgehensweise-aktives Verdichten, bedarfsorientierter Siliermittel- / Trockeneiseinsatz und abschnittsweises Abdecken - werden die Silierverluste auf ein Minimum reduziert.

*Die Folieschlauchsilierung* in 70 m langen Schläuchen auf festem Untergrund dient dem Ausgleich nicht vorhandenen Siloraumes, der Einlagerung besonderer Pmtien, wie Klee gras, Rübenschnitzel sowie für hochwertige Silage für die Sommerfütterung der Milchkühe. Die Leistungsfähigkeit der Schlauchmaschine entspricht mit 300 t je Schlauch der Mindesttagesleistung im Großbetrieb. Heu wird nur von sehr gutem Welkgut bereitet, d.h., Qualitätsheu entsteht im Rahmen eines kontinuierlichen Ernteablaufes bei entsprechender Witterung und nur von jungem Material. Bei längeren Feldliegezeiten und oder überständigem Futter wird die kostengünstigere Silierung praktiziert. Die Ernte erfolgt als Quader-Großballen, welche im Bergeraum mit Untetflurbelüftung gelagert werden.

Für die Arbeitsabschnitte Mähen, Transport und Festfahren wird *Technik von Partnerbetrieben* aus der Ackerebene mit eingesetzt, um die Einhaltung der optimalen Erntezeitspanne, vor allem im Frühljahrsaufwuchs zu gewährleisten. Bei einer Arbeitskräfteausstattung in der Feldwirtschaft von 0,5 AK/100 ha LF ist die Inanspruchnahme kostengünstiger Dienstleistungen zur Erhöhung der Schlagkraft unumgänglich. Der Maisanbau ist in den letzten Jahren ausgedehnt worden,

damit mehr Qualitätsgrundfutter für die Milchviehhaltung und Bullenmast bereitgestellt werden kann. Um in dieser Grenzlage des Silomaisanbaues eine genügende Ausreife zu erlangen, ist es notwendig, frühreife Sorten (maximal bis FAO 210) anzubauen. Unterfußdüngung und Gülledüngung sind erforderlich, um das Ertragsniveau von ca. 540 dt/ha (18% TS) zu erreichen. Der **mehrschnittige Feldfutterbau** sowie das Gerstgras weisen eine größere Ertragsstabilität auf als der Mais, so daß diese Kulturen in entsprechendem Umfang notwendig sind, um den mengenmäßigen Bedarf an Grundfutter gesichert bereitstellen zu können. Bei den Größenordnungen gehört zum Management einer Qualitätsfutterbereitung auch die tagfertige Dokumentation des Produktionsprozesses. Um flexibel entscheiden und handeln zu können, wird dreimal täglich der TS-Gehalt bestimmt, jede Transporteinheit gewogen und schließlich die Silos abschnittsweise zur Ermittlung der Energiedichte beprobt.

### Grundfutterqualität

Die Analysendaten zur Grundfutterqualität der Jahre 1993 ... 1995 (Tabelle 3) verdeutlichen, daß eine große Schwankungsbreite bei allen Qualitätsparametern zu verzeichnen ist, insbesondere bei der in den Horizontalsilos bereiteten Anwelksilage.

Tabelle 3: Grundfutterqualität in einem Großbetrieb  
-Thüringer Zuchtgenossenschaft "Rind" Ernstroda e.G. - 1993 ... 1995

Parameter	ME	Horizontalsilo		Folieschlauch		
		Mais	Anwelksilage	Mais	Anwelksilage	Naßschnitze}
Tr.-subst.	%	24-36	22-64	27	29-45	21
Rohfaser	g/kg TS	175-204	220-360	180	215-290	203
Rohprotein	g/kg TS	76-85	100-190	76	120-191	98
Energie	MJNEL/kgTS	6,2-7,2	4,9-6,8	7,1	5,9-6,9	7,6

Die Folieschlauchsilagen sind durchweg besser. Ursachen sind das hochwertigere Ausgangsmaterial und die weitaus günstigeren Konservierungsbedingungen. Mit diesem Silierverfahren ist für den Großbetrieb erstmals eine praktikable Lösung für die verlustarme Bevorratung der Naßschnitzel gegeben. Den Ergebnissen liegen die verschiedenen Silagepartien zugrunde, d.h. vom im optimalen Entwicklungsstadium gemähten Feldgras und Wiesengras bis hin zum Spätschnittgut aus der Grünlandextensivierung. Durch konsequente Einhaltung der jeweils optimalen Nutzungszeitspannen sind 1996 mehr als 70 Prozent des Futters in guter und sehr guter Qualität siliert worden. Die getrennte Lagerung ermöglicht den gezielten Einsatz an die einzelnen Tierkategorien je nach ihren Ansprüchen an den Futterwert des Grundfutters.

### Schlußfolgerungen

In Futterbau-Großbetrieben mit ca. 2 000 Erntehektar für Silage und Heu sowie über 150 ha Mais muß über 5 Monate (ca. 70 Einsatzstage) nahezu kontinuierlich Futter geborgen werden.

Die Voraussetzungen für die Bereitung von Qualitätsgrundfutter in großen Partien sind aufeinander abgestimmte Vorfahrenketten, ein flexibler Ernteablauf (wahlweise Silage oder Heu) sowie qualifiziertes und motiviertes Personal.

Zwangsläufig anfallendes Futter sehr guter wie auch minderer Qualität muß separat gelagert werden unter Ausnutzung verschiedener Konservierungstechniken (Horizontalsilo, Folieschlauchsilierung), um es an die entsprechenden Tierkategorien verabreichen zu können.

Im Großbetrieb kann nicht durchweg sehr gutes Konservatfutter bereitet werden, energieärmere Silage ist aber durchaus effizient in der Mutterkuhhaltung und mit Einschränkung auch in der Jungrinderaufzucht einsetzbar.

Bewertung von Grasuntersaaten in Ackerbohnen sowie Untersuchungen zum Mineralisationsverlauf der Gräser in differenzierten Anbaufolgen und Effekte auf Ertragsbildung

Ch. Schlautmann und N. Lütke Entrup \*\*\*

### Einleitung

Die Ackerbohne spielt sowohl im ökologischen Landbau als auch im Konzept der integrierten Pflanzenproduktion zur Erweiterung enger Fruchtfrüglagesysteme und zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit eine große Rolle. Dabei kommt der biologischen N-Fixierung eine besondere Bedeutung zu. Je nach Ertragsniveau sind in einem Ackerbohnenbestand zur Ernte zwischen 300 und 400 kg/ha N eingelagert. Davon stammen etwa 75 bis 85 % aus der Tätigkeit der Knöllchenbakterien, der Rest stammt aus dem Bodenvorrat. Nach detaillierten Untersuchungen von Huber (1988) befinden sich vom Gesamtstickstoff ca. 79% in den Körnern, 14% in den Stengeln und Blättern sowie 7 % in den Wurzeln. Hiervon verbleibt ein Teil nach der Ernte auf dem Feld. Dies ist einerseits für die Nachfolgekultur positiv, andererseits besteht die Gefahr der Nitratauswaschung aufgrund erhöhter Nitratgehalte im Boden. Der in der Praxis als nachfolgende Kultur vielfach angebaute Winterweizen nimmt im Herbst nur eine sehr geringe Menge an Stickstoff auf, so daß ein großer Teil des im Spätherbst vorhandenen Nitrates aus dem Wurzelraum ausgetragen werden kann. Daher müssen Strategien entwickelt werden, mit denen die hohen Stickstoffmengen nach der Ernte der Bohnen ökologisch unbedenklich für die Folgekulturen gesichert werden können (KOEPEKE, 1989). Untersaaten mit Gräsern können diese Funktion der Nährstoffsicherung in der Abreifephase der Ackerbohnen und während der Spätsommer- und Herbst- sowie Wintermonate übernehmen (RENIUS und LÜTKE ENTRUP, 1992).

Ziel der vorliegenden Untersuchungen ist es zu klären, ob Grasuntersaaten das Ertragsverhalten der Ackerbohnen und der nachfolgenden Kulturen sowie den Nitratgehalt des Bodens nach Einarbeitung der Untersaaten beeinflussen und wann mit einer verstärkten N-Nachlieferung zu rechnen ist.

---

\*\*\*Universität-OB Paderborn, Fachbereich Landbau, Lübecker Ring 2, 59494 Soest

## Material und Methoden

Untersuchungen zur Nitratsicherung durch gezielte Begrünungsmaßnahmen können nur im Anbausystem erfolgen. Daher wurden auf dem Versuchsgut Merklingsen des Fachbereiches Landbau der Universität-GH Faderborn mehrjährige, mehrfaktorielle Feldversuche in Form von Spaltanlagen mit vierfacher Wiederholung angelegt. In die Ackerbohnen wurden verschiedene Grasuntersaaten ausgesät und in zwei Fruchtfolgen die Effekte auf die Ertragsbildung untersucht. Durch die Wahl der Folgekulturen Winterweizen und Körnermais ergaben sich zwei Umbruchtermine der Grasuntersaaten nach Ackerbohnen (im Herbst zu Winterweizen und im März/April zu Körnermais).

a) Ackerbohnen (mit/ohne Untersaat) - Winterweizen - Körnermais - Feldgras

b) Ackerbohnen (mit/ohne Untersaat) - Körnermais - Winterweizen - Feldgras

Um Jahreseffekte herausarbeiten zu können, wurden die Versuche um ein Jahr zeitversetzt auf verschiedenen Flächen des Versuchsgutes mit projektbedingter unterschiedlicher Laufzeit angelegt.

	Versuchsjahre				
	1991	1994	1995	1996	1997
Standort 1	Ackerbohnen (mit/ohne US)	Winterweizen Körnermais	Körnermais Winterweizen	Feldgras Feldgras	Feldgras Feldgras
Standort 2		Ackerbohnen (mit/ohne US)	Winterweizen Körnermais	Körnermais Winterweizen	
Standort 3			Ackerbohnen (mit/ohne US)		

In den Ackerbohnen wurden neben der Kontrolle (ohne Untersaat) folgende Grasuntersaatvarianten angelegt Ueweils mit einer Aussaatstärke von 5 kg/ha):

- 1) Untersaat: *Latiumperenne*
- 2) Untersaat: *Festuca rubra*
- 3) Untersaat: *Dactylis glamerata*
- 4) Untersaat: *Latiumperenne/Trifalium repens* (4 + 1 kg/ha)
- 5) Untersaat: *Latiumperenne* (nur im Versuchsjahr 1993 ausgesät)

Sowohl im Winterweizen als auch im Körnermais wurden verschiedene Stickstoffdüngungsstufen zur Bewertung von Nitratreisetzung und Düngedürftigkeit geprüft. Zum Feldgras als dritte Nachfolgekultur erfolgte keine N-Düngung.

### Winterweizen

N-Stufe	EC23	EC29	EC40	gesamt kg/haN
N1	0	0	0	0
N2	40	0	40	80
N3	40	40	40	120
N4	50	50	60	160

### Körnermais

- N1: 0 kg/ha  
 N2: 60 kg/ha N  
 N3: 100 kg/ha N  
 N4: 140 kg/ha N

Innerhalb dieses Projektes wurden u. a. Untersuchungen zur Ertragsbildung durchgeführt. Diese beinhalten sowohl den zeitlichen Verlauf der Biomasse-Bildung als auch die Erfassung der üblichen Ertragsparameter. Darüber hinaus wurde monatlich eine Nmin-Beprobung in den N<sub>0</sub>-Varianten durchgeführt (0 bis 90 cm).

Der Versuchsstandort zeichnet sich durch 750 mm durchschnittlichen Jahresniederschlag und eine durchschnittliche Jahrestemperatur von 9,0°C aus. Es handelt sich um eine Pseudogley-Parabraunerde mit Bodenpunkten von ca. 75.

### Ergebnisse und Diskussion

In der Praxis besteht vielfach die Meinung, daß es zwischen der Untersaat und der Deckfrucht zur Konkurrenz kommt, und so Ertragsdepressionen der Deckfrucht die Folge sind. Langjährige Versuche seit 1985 haben jedoch gezeigt, daß dies nicht der Fall ist. In den Jahren 1993 bis 1995 wurden durchschnittliche Erträge von 41 bis 59 dt/ha erzielt.

In der *Fruchtfolge Ackerbohnen (1993) - Winterweizen (1993/94) - Körnermais (1995) - Feldgras (1996)* sind deutliche Effekte der Stickstoffstufen in den Nachfolgekulturen der Grasuntersaaten in Ackerbohnen nachzuweisen. Am deutlichsten kommt der Effekt der Grasuntersaaten in der N<sub>0</sub>-Variante zum Tragen. Betrachtet man diese N-Stufe stellt man fest, daß in der Variante ohne Untersaat in Ackerbohnen im Winterweizen die höchsten Erträge erzielt wurden (45 dt/ha). In dieser N-Stufe (0 kg/ha) schwankten die Erträge in den Untersaatvarianten zwischen 37 und 41 dt/ha. Auch in den N-Stufen 80 kg/ha und 120 kg/ha werden in der Variante "ohne Untersaat" höhere Erträge (ca. 3 dt/ha) erzielt als nach Untersaaten in Ackerbohnen. Lediglich in der N-Stufe 160 kg/ha werden in den Untersaatvarianten höhere Erträge erzielt als in der Variante "ohne Untersaat in Ackerbohnen". Die Ergebnisse in der zweiten Nachfolgekultur Körnermais unterscheiden sich deutlich von den Erträgen im ersten Nachbaujahr. In der N<sub>0</sub>-Variante und "ohne Untersaat in Ackerbohnen" wurden beim Körnermais mit 66 dt/ha geringere Erträge erzielt als in den Untersaatvarianten. In diesen Varianten lagen die Erträge zwischen 68 und 70 dt/ha. In den beiden Stickstoffstufen 60 kg/ha und 140 kg/ha wurden zwischen den untersuchten Untersaatvarianten z. T. signifikante Unterschiede festgestellt. Die Erträge liegen in der Stickstoffstufe 60 kg/ha zwischen 76 und 81 dt/ha. In der Stickstoffstufe 140 kg/ha liegen die Erträge zwischen 92 und 94 dt/ha. In der Stickstoffstufe 100 kg/ha schneiden die Untersaatvarianten besser ab. Bei diesen Varianten liegen die Erträge zwischen 84 und 88 dt/ha während die Variante "ohne Untersaat in Ackerbohnen" einen Ertrag von 83 dt/ha aufweist.

In der *Fruchtfolge Ackerbohnen (1993) - Körnermais (1994) - Winterweizen (1994/95) - Feldgras (1996)* kamen ebenfalls die Effekte der unterschiedlichen Stickstoffstufen und der Grasuntersaaten in Ackerbohnen besonders deutlich in der N<sub>0</sub>-Variante zum Ausdruck. Die mit Abstand höchsten Erträge beim Körnermais wurden in dieser Stickstoffstufe in der Variante ohne Untersaat in Ackerbohnen mit 92 dt/ha Korn-TM ermittelt. Zwischen den Grasuntersaatvarianten bestehen keine großen Unterschiede. In diesen Prüfvarianten liegen die Erträge zwischen 55 und 62 dt/ha. Auch in den anderen N-Stufen wurden in der Variante "ohne Untersaat" höhere Erträge erzielt als in den Untersaatvarianten in Ackerbohnen.

Bei **Winterweizen** als zweite Nachfolgekultur haben sich bei  $N_0$  in der Variante ohne Untersaat in Ackerbohnen geringere Erträge als in den Varianten mit Untersaat eingestellt. Bei  $N_0$  wurden lediglich 41 dt/ha geerntet, während die Erträge in den Untersaatvarianten zwischen 43 und 45 dt/ha liegen. Auch in den weiteren Stickstoffstufen konnten z. T. signifikante Unterschiede zwischen den Prüfvarianten ermittelt werden. Ein deutlicher Effekt der N-Düngung ist festzustellen. In der dritten Nachfolgekultur Feldgras wurden in beiden Fruchtfolgen zu den bisher durchgeführten zwei Ernteterminen (17.06.96 und 18.07.96) geringfügig höhere Trockenmasseerträge in den Grasuntersaatvarianten (wie sie im Jahr 1993 in Ackerbohnen standen) festgestellt.

### Zusammenfassung

In langjährigen Versuchen konnten in Ackerbohnen mit Untersaaten Erträge in vergleichbarer Höhe wie in der Kontrollvariante erzielt werden. Grasuntersaaten in Ackerbohnen können sich während der Abreife und der Ernte der Ackerbohnen gut entwickeln und Nitratstickstoff aus dem Boden aufnehmen. Dadurch wird ein großer Teil des verlagerungsgefährdeten Stickstoffs festgelegt und im ersten Nachbaujahr in nur geringem Umfang wieder freigesetzt. Dieser Effekt kommt besonders bei der ersten Nachfrucht Körnermais (Umbruch März/April) zum Ausdruck. Erst im zweiten Nachfolgejahr wird der durch die Gräser fixierte Stickstoff im größerem Umfang freigesetzt und in Ertrag umgesetzt. Im dritten Nachbaujahr wurden tendenziell höhere TM-Erträge bei den Untersaatvarianten ermittelt. Diese Schlußfolgerungen spiegeln sich sowohl in der  $NO_3^-$ -Dynamik als auch in den Erträgen wieder.

### Literatur (Auswahl)

- HUBER, R., 1988: Biologische N-Fixierung der Ackerbohnen und deren Auswirkungen auf den N-Haushalt des Bodens im Rahmen getreidebetonter Fruchtfolgen. Dissertation agr. Eidgen. Technische Hochschule Zürich.
- KÖPKE, U. 1989: Körnerleguminosen:  $N_2$ -Fixierung, Vorfruchtwirkung und Fruchtfolgegestaltung. Zeitschr. Raps 7 Jg. H. 2, 90 -92.
- RENIUS, W., E. LÜTKEENTRUP und N. LÜTKEENTRUP, 1992: Zwischenfruchtanbau zur Futtergewinnung und Gründüngung. DLG-Verlag, Frankfurt.

## Blattwachstum und Triebbildung von Deutschem Weidelgras vor **und** nach dem

### 1. Schnitt

Rita Kammerl und H. Schnyder \*

#### Einleitung

Gräser sind auf Blattflächen angewiesen, um möglichst viel Lichtenergie auffangen und in der Assimilation nutzen zu können. Andererseits sind Blätter wertvolle Ernteobjekte. Für die Produktivität des Nachwuchses ist die schnelle Wiederherstellung eines möglichst geschlossenen Blattwerks entscheidend. Somit kommt der Geschwindigkeit der Wiederbeblätterung und der Fähigkeit zum Verzweigungswachstum große Bedeutung zu. Darin äußert sich auch die Konkurrenzkraft von Grünlandpflanzen. Um ein vertieftes Verständnis über Konkurrenzbeziehungen zwischen Grünlandpflanzen zu erreichen, ist es wichtig, das Augenmerk auf Einzelpflanzen zu richten.

#### Material und Methoden

In einer Klimakammer wurden Miniaturbestände von Deutschem Weidelgras (spät, tetraploid) angezogen. 15 g Samen pro qm wurden in 40 Töpfe, gefüllt mit Quarzsand, gesät. In der Klimakammer herrschte während 16/8 Stunden eine Temperatur von 22 °C/18 °C und eine photosynthetisch aktive Strahlung von 400  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Die Pflanzen wurden mit 200 ml HOAGLAND-Lösung (105 ppm N) pro Topf und Tag versorgt. Am 11. Tag nach der Saat wurden pro Topf 3 Triebe markiert und danach täglich die Blatterscheinung und Triebbildung festgestellt. Zusätzlich wurde an der Hälfte der Triebe täglich die Zahl wachsender Blätter und deren Wachstumsrate erhoben. Am 30. Tag nach der Saat wurden die Pflanzen auf 4 cm Stoppelhöhe zurückgeschnitten. 14 Tage lang wurde der Wiederaustrieb geprüft sowie an nicht geschnittenen Kontrolltrieben in 6 Töpfen die Weiterentwicklung erfaßt.

#### Ergebnisse

Die Blattwachstumsrate der geschnittenen Triebe war deutlich geringer als die nicht geschnittenen Triebe (Abb. 1). Dies war auf eine verringerte Wachstumsgeschwindigkeit der einzelnen Blätter zurückzuführen (Abb. 2). Nach dem Schnitt zeigte sich eine sofortige Wachstumsreduktion, die auf eine verminderte Zellstreckung (SCHÄUFELE, 1996) zurückzuführen sein dürfte. Das 2 Tage nach dem Schnitt neu erscheinende 6. Blatt zeigte ebenfalls eine reduzierte Wachstumsrate, die möglicherweise die Folge einer unmittelbar nach dem Schnitt verringerten Zellproduktion (SCHÄUFELE, 1996) war.

---

\*Lehrstuhl für Grünlandlehre der TU München, 85350 Freising-Weihenstephan

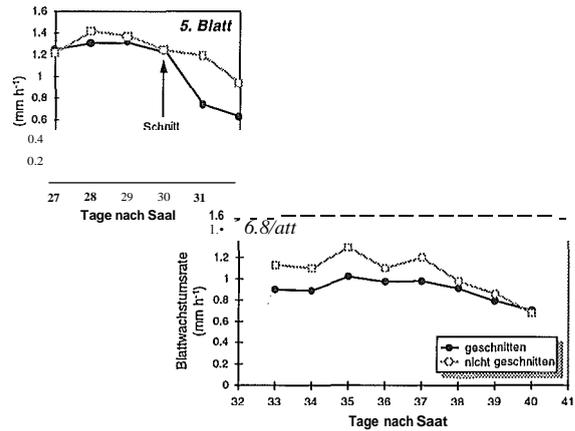
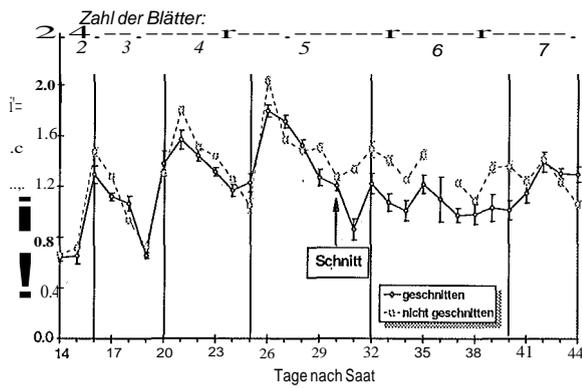
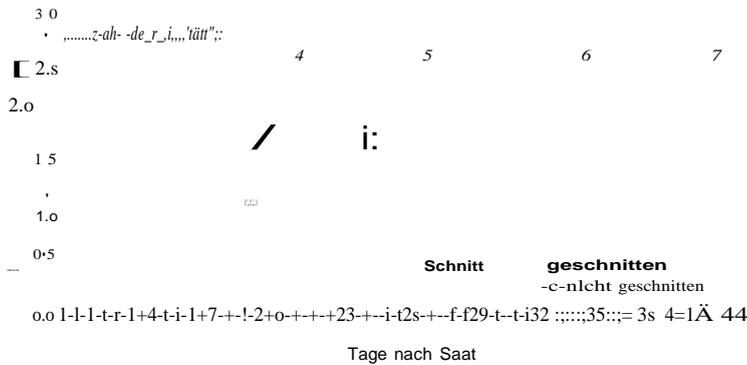


Abb. 1: Blattwachstumsrate pro Trieb ( $\text{mm h}^{-1}\text{Trieb}^{-1}$ )    Abb. 2: Blattwachstumsrate ( $\text{mm h}^{-1}$ )



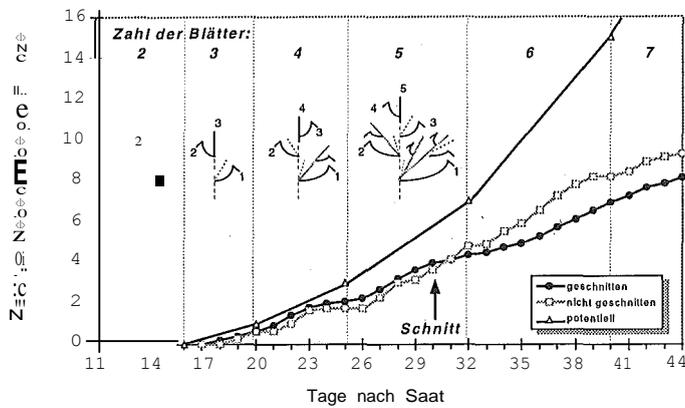
Die Zahl der simultan am Trieb wachsender Blätter wurde durch den Schnitt nicht beeinflusst (Abb. 3).

Um Umwelteffekte auf die Triebbildung beurteilen zu können, ist es hilfreich, sich zu vergegenwärtigen, wieviel Nebentriebe an emer Pflanze überhaupt gebildet werden können.

Abb. 3: Zahl wachsender Blätter ( $\text{Trieb}^{-1}\text{Tag}^{-1}$ )

Der erste Nebentrieb kann frühestens in der Achsel des 1. voll entwickelten Blattes eines Triebes mit 3 Blättern erscheinen (siehe Abb. 4). Verfügt ein Nebentrieb selbst über 2 Laubblätter, kann er einen Prophylltrieb bilden; verfügt er über 3 Laubblätter kann wiederum ein Achseltrieb erscheinen. Mit jedem neu erscheinendem Blatt am Haupttrieb kann sich demnach die Gesamtzahl der Nebentriebe pro Pflanze maximal um den Faktor 2 erhöhen (NEUTEBOOM und LANTINGA, 1989).

Im vorliegenden Versuch zeigte sich, daß von den maximal möglichen 32 Trieben nur 30 % ausgebildet wurden (Abb. 4). Bei den geschnittenen Trieben reduzierte sich die Triebbildung bei unveränderter Blatterscheinungsrate auf 26 %.

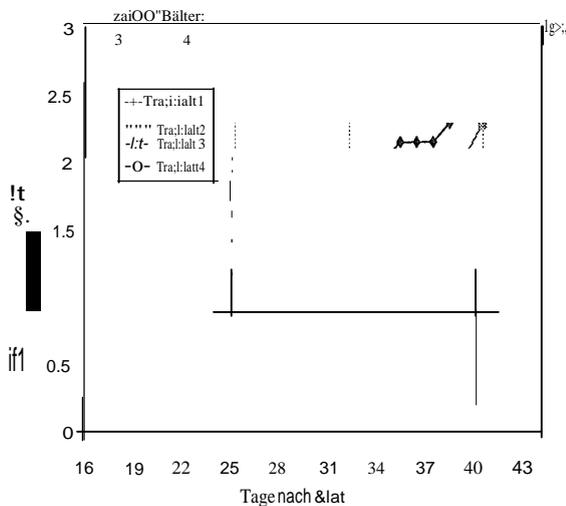


Es stellte sich die Frage, welche Positionen am Trieb von der verminderten Triebbildungsrate betroffen waren. Denn für ein vertieftes Verständnis von Konkurrenzbeziehungen ist die Lokalisation von "empfindlichen" Stellen beim Verzweigungswachstum eine wichtige Voraussetzung, um später auch die stofflichen Ursachen dafür hinterfragen zu können.

Abb. 4: Zahl der Nebentriebe (Pflanze\_)

Wurde die Triebbildung in jedem Tragblatt zwischen den geschnittenen und nicht geschnittenen Trieben (Abb. 5a und b) verglichen, zeigte sich, daß im ältesten Blatt (Tragblatt 1) vergleichbare Nebentriebszahlen erreicht wurden, und zwar 19% der maximal möglichen.

a) geschnittene Triebe



b) nicht geschnittene Triebe

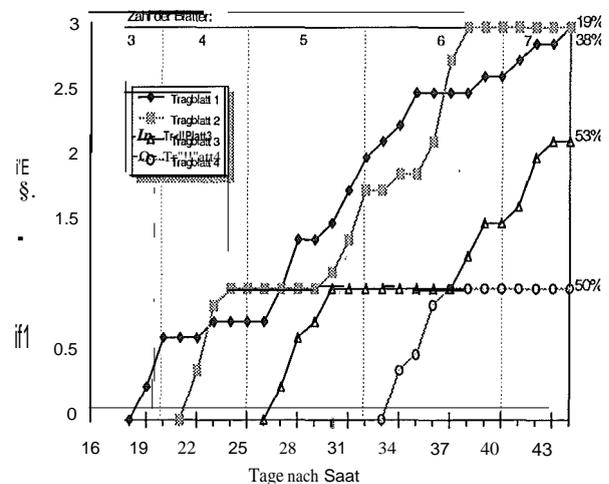


Abb. 5: Zahl der Nebentriebe (Tragblatt' Blatterscheinungsintervall<sup>1</sup>)

In der nächstjüngeren Blattachsel 2 zeigten die geschnittenen Triebe unmittelbar eine leicht geringere Zunahme in der Triebzahl, insbesondere in dem Blatterscheinungsintervall nach dem Schnitt. Insgesamt wurden im 2. Tragblatt bei den geschnittenen Trieben 34 % der maximal möglichen Triebe erreicht, bei den nicht geschnittenen Pflanzen 38 %. Die "sensibelste" Position war die 3. Blattachsel. Unmittelbar vor dem Schnitt, als der Trieb 5 Blätter hatte, bildete sich hier der Nebentrieb 1. Ordnung. Aber im Blatterscheinungsintervall nach dem Schnitt zeigten die geschnittenen Triebe in diesem Tragblatt keine weitere Triebbildung, d.h. es wurde kein Trieb 2. Ordnung gebildet. Die geschnittenen Triebe

bildeten in dieser Position nur 33 % der möglichen Triebe, die nicht geschnittenen dagegen 53 %. Bemerkenswert ist, daß die Neubildung des Triebes 2. Ordnung in der Blattachsel 3 gehemmt wurde, während sich aber gleichzeitig in der nächstjüngeren Position, in der Blattachsel 4, der Nebentrieb 1. Ordnung bilden konnte.

### **Zusammenfassung**

Vegetativ entwickeltes Deutsches Weidelgras zeigte nach dem Schnitt ein deutlich verringertes Blattwachstum. Die Wachstumsreduktion betraf sowohl das vom Schnitt betroffene 5. Blatt als auch das 2 Tage nach dem Schnitt erscheinende 6. Blatt. Die Zahl der simultan am Trieb wachsenden Blätter wurde dagegen nicht verändert. Nach dem Schnitt entwickelten sich schon vorhandene Triebe weiter, denn Mortalität trat nicht auf. Die Neubildung von Trieben war vermindert. Durch den Schnitt wurde die Bildung eines Nebentriebes höherer Ordnung, nicht dagegen die Bildung eines Nebentriebes erster Ordnung beeinträchtigt. Welcher Trieb höherer Ordnung durch den Schnitt beeinflusst wurde, war von der Position am Trieb abhängig. Die Neubildung eines Triebes höherer Ordnung wurde nicht in den älteren Tragblättern, sondern im Tragblatt 3 gehemmt.

### **Literatur**

- NEUTEBOOM, J.H. und E.A. LANTINGA (1989): Tillering Potential and Relationship Between Leaf and Tiller Production in Perennial Ryegrass. *Annals of Botany* 63, 265-270.
- SCHÄUFELE, R. (1996): Post-defoliation regrowth of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.): Cell production, cell growth and C- and N- relations in leaf growth zones. Dissertation Bonn.

## Untersuchungen zur Produktivität von Grünlandkräutern

J. Issestein \*

### Einleitung

Die Rücknahme einer hohen Bewirtschaftungsintensität des Grünlandes ist in der Regel von einer Veränderung der botanischen Zusammensetzung der Grasnarben begleitet. Der Anteil angesäter, leistungsfähiger Futterpflanzenarten geht zurück und nicht ansaatwürdige, autochthone Arten breiten sich aus; dazu zählen insbesondere die Kräuter. Über die Ertragsleistung von Grünlandkräutern liegen kaum systematische Untersuchungen vor. Arbeiten von Troxler und Thomet (1988) ergaben, daß in Zwei- bzw. Dreischnittwiesen ein großer Anteil von hochwüchsigen Stauden wie Bärenklau und Wiesenkerbel die Ertragsfähigkeit gegenüber solchen Beständen, die von Knautgras dominiert wurden, verbesserte. In häufiger geschnittenen Wiesen führten höhere Anteile feinblättriger Kräuter jedoch zu geringeren Erträgen. Offensichtlich sind zur Abschätzung der Ertragsfähigkeit kräuterreicher Narben Kenntnisse über das artspezifische Konkurrenzvermögen erforderlich. Um dies zu prüfen, wurden mehrljährige Untersuchungen in angesäten Beständen durchgeführt.

### Material und Methoden

Auf der Grünland-Versuchsstation Linden-Forst der Universität Gießen wurde ein mehrljähriger und mehrfaktorieller Feldversuch angelegt. Der Boden ist ein Pseudogley aus Auenlehm; der pH-Wert des Oberbodens beträgt 6,3 und die Versorgung mit Grundnährstoffen ist gut. Im langjährigen Mittel liegt die Jahresmitteltemperatur bei 9,0 °C, der Niederschlag bei 609 mm. *Achillea millefolium*, *Plantago lanceolata* und *Taraxacum officinale* wurden im Reinbestand sowie in Mischungen von je einer Kräuterart mit *Lolium perenne* mit je Art halber Reinsaatstärke angesät. Reinbestände von *L. perenne* wurden ebenfalls erstellt. Saatgut der Kräuter stammte von Wildpflanzenherkünften, bei *L. perenne* handelte es sich um die Sorte Limes, einen Weidetyp. Die N-Düngung wurde in zwei Stufen mit 90 bzw. 180 kg\*ha<sup>-1</sup>\*a<sup>-1</sup> variiert; ebenfalls in zwei Stufen war die Nutzungshäufigkeit abgestuft mit 6 bzw. 3 Schnitten\*a<sup>-1</sup>. Bei allen Aufwüchsen wurden die TS-Erträge erfaßt, in den Mischsaaten nach Arten getrennt. Die Ergebnisse wurden mit Hilfe des von de Wit (1960) entwickelten Konkurrenzmodells analysiert; der relative Gesamtertrag (RYT) wurde wie folgt berechnet:

$$\text{RYT (p/q)} = O_p * M_p^{-1} + O_q * M_q^{-1},$$

wobei  $M_{p,q}$  den Ertrag der Arten in Reinsaat und  $O_{p,q}$  den Ertrag der jeweiligen Art im Mischbestand darstellt. RYT gibt an, in welchem Maße die miteinander aufwachsenden Arten um dieselben Wachstumsfaktoren konkurrieren. Nimmt RYT einen Wert von größer als eins an, dann ist der Mischsaatertrag größer als es aufgrund der Reinsaafterträge und der Ertragsanteile zu erwarten ist, d. h. die Arten nutzen partiell verschiedene Ressourcen.

Ergebnisse und Diskussion

Die geprüften Arten unterschieden sich deutlich in ihrem Ertragsvermögen im Reinbestand. Im Mittel der Bewirtschaftungsfaktoren produzierte *A. millefolium* die höchsten Erträge gefolgt von *P. lanceolata*, *L. perenne* und *T. officinale*. Die Nutzungshäufigkeit hatte bei *A. millefolium* und *L. perenne* einen starken Effekt mit einem Ertragsrückgang bei hoher Nutzungsfrequenz, *P. lanceolata* und *T. officinale* reagierten dagegen auf die Nutzungshäufigkeit nur wenig. Die Mischsaaterträge bewegten sich in den ersten beiden Jahren weitgehend zwischen den jeweiligen Reinsaaterträgen. Im weiteren Verlauf des Versuches konnte jedoch festgestellt werden, daß die Mischsaaterträge relativ zu den Reinsaaterträgen anstiegen. Das Durchsetzungsvermögen der Kräuter im Mischbestand mit *L. perenne* ist in Abbildung 1 anhand der Ertragsanteile dargestellt. *A. millefolium* und *T. officinale* wiesen in den ersten beiden Jahren eine deutlich geringere Kampfkraft auf als das Gras; mit zunehmender Zeit aber nahm das Konkurrenzvermögen dieser Kräuter zu und sie erreichten hohe Ertragsanteile. *P. lanceolata* war im Anfangsbestand ähnlich konkurrenzkräftig wie *L. perenne*, konnte aber den Ertragsanteil über diesen Ausgangswert hinaus nicht steigern. Der Einfluß der Bewirtschaftungsintensität auf die Ertragsanteile war vergleichsweise gering.

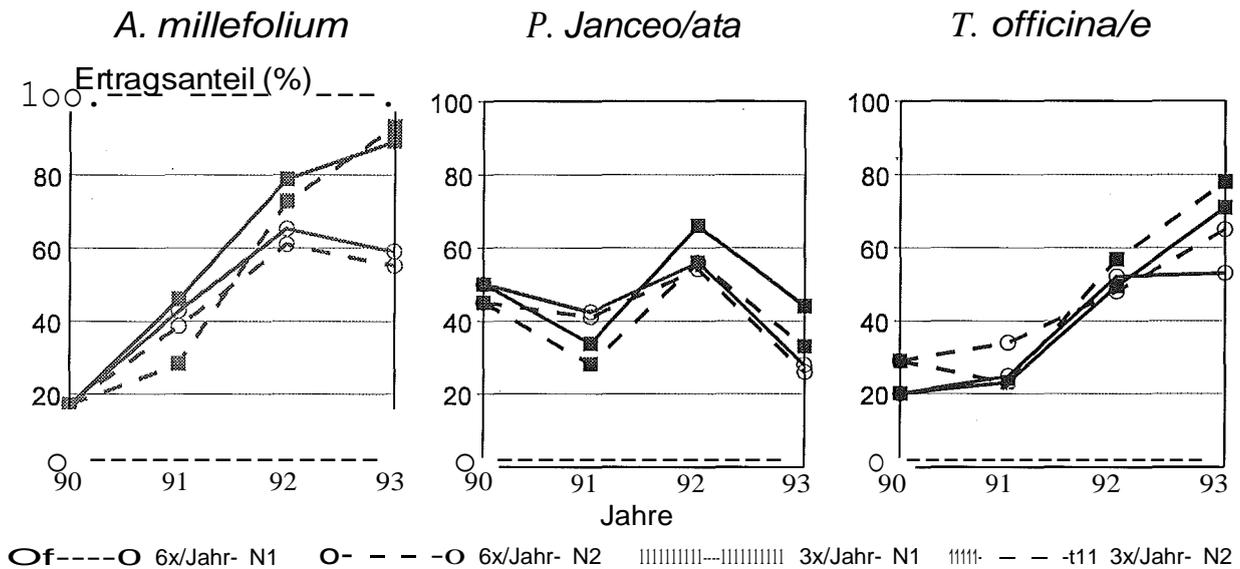


Abbildung 1: Entwicklung der Ertragsanteile von Kräutern in Mischungen mit *L. perenne*; N1/N2: N-Düngung 90 bzw. 180 kg\*ha<sup>-1</sup>\*Jah<sup>-1</sup>, 6 bzw. 3 Nutzungen\*Jah<sup>-1</sup>

Die Entwicklung der relativen Gesamterträge bei niedriger N-Düngung zeigt die Abbildung 2. In allen Artenkombinationen lagen die RYT-Werte im ersten Jahr nahe bei eins, d. h. die Kräuter konkurrierten mit dem Gras um etwa dieselben Ressourcen. Ab dem zweiten Jahr wurden vermehrt RYT-Werte ermittelt, die größer waren als eins, d. h. es kam zu einer zeitabhängigen Differenzierung der RYT-Werte. Das bedeutet, daß sich die Ansprüche an die Wachstumsressourcen der Mischungspartner mit zunehmender Zeit differenzierten; der gegenseitigen Konkurrenz wurde partiell ausgewichen. Diese Differenzierung war z. T. so deutlich ausgeprägt, daß die Mischsaaterträge in einigen Fällen auch absolut höher waren als die entsprechenden Reinsaaterträge. Insgesamt verdeutlichen diese Ergebnisse, daß in Mischbeständen der untersuchten Kräuter mit *L. perenne* kurzfristige Erhebungen in Ansaaten kein vollständiges Bild liefern, sondern daß mehrjährige Beobachtungen notwendig sind. Sie zeigen darüber hinaus, daß das Ertragsvermögen nicht hinreichend genau über die Reinsaaterleistung charakterisiert werden kann, da sich die Ressourcennutzung von Mischungen mit der Zeit von der der Reinsaaten unterscheidet. Damit ergibt sich aber auch eine differenzierte Bewertung der Ertragsfähigkeit von Kräutern, die sich am Beispiel des Löwenzahns so skizzieren läßt: In Lehrbüchern der Grünlandwirtschaft wird *T. officinale* häufig als ein Unkraut, und zwar als ein sogenannter Platzräuber beschrieben. Die hier vorgestellten Ergebnisse der geringen Reinsaaterleistung der Art bestätigen dies zunächst. Mischbestände sind aber offensichtlich anders zu bewerten, da zu erwartende Mindererträge durch partielle Nischendifferenzierung zumindest teilweise kompensiert werden können. Eine größere Ertragssicherheit ist in jedem Fall anzunehmen.

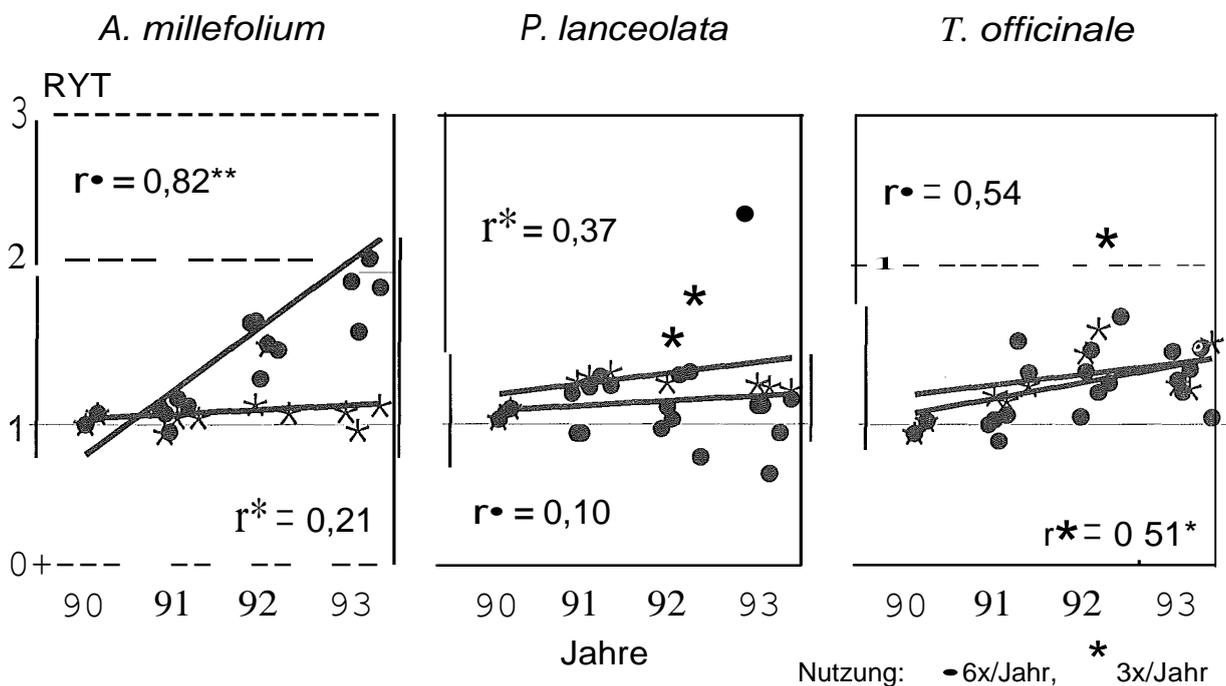


Abbildung 2: Entwicklung der relativen Gesamterträge (RYT) von Kräuter-*L. perenne*-Mischbeständen bei niedriger N-Düngung (NI)

Zur Erklärung des Phänomens der Nischendifferenzierung sind mehrere Ursachen zu erwägen. Die Zeitabhängigkeit deutet darauf hin, daß vor allem Prozesse im Wurzelbereich eine Rolle spielen, da Entwicklung und Differenzierung des Wurzelsystems bei ausdauernden Arten über viele Jahre erfolgt. Es ist zu vermuten, daß die Kräuter mit der Zeit den Boden

tiefer durchwurzelten als das Gras und damit Wasser- bzw. Nährstoffvorräte erschließen konnten, die dem Gras nicht zur Verfügung standen. So konnte Berendse (1983) in Versuchen mit *Plantago lanceolata* und *Anthoxanthum odoratum* verschiedene Wurzeltiefen der Arten als Ursache für RYT-Werte von größer eins nachweisen. Weitere Erscheinungen differenzierter Ressourcennutzung sind denkbar. So wurde von Fitter (1976, 1987) festgestellt, daß interspezifische Konkurrenz die Wurzelmorphologie beeinflussen kann und daß sich Pflanzenarten in der Fähigkeit unterscheiden können, bestimmte Porenbereiche zu durchwurzeln. Auch direkte synergistische Effekte im Wurzelbereich erscheinen möglich. So konnte ein über Mykorrhizahyphen vermittelter Nährionentransport zwischen den Wurzeln von *P. lanceolata* und *L. perenne* nachgewiesen werden (u. a. von Newman & Ritz 1986).

Aufbauend auf den hier dargestellten Untersuchungen ist in weiteren Arbeiten eingehender zu studieren, in welchem Maße Nischendifferenzierung von der Art und Intensität der Bewirtschaftung bzw. von den miteinander aufwachsenden Pflanzenarten abhängt. Damit ist insbesondere die Hypothese zu prüfen, ob derartige Prozesse in extensiven Systemen, wenn sich die Bewirtschaftung mit der Ausnutzung der natürlichen Standortfaktoren begnügt, von Bedeutung sind und ob unter solchen Bedingungen artenreichere Bestände eine höhere Produktivität und Ertragsicherheit gewährleisten als artenarme Narben.

### Zusammenfassung

Zur Beurteilung des Ertragsvermögens von Grünlandkräutern ist sowohl nach Arten als auch nach der Intensität der Bewirtschaftung zu differenzieren. In Mischbeständen mit *L. perenne* hatten *A. millefolium* und *T. officinale* zunächst ein geringes Konkurrenzvermögen; die Kampfkraft nahm aber mit der Zeit zu und beide Arten erreichten nach vier Jahren höhere Ertragsanteile als das Gras. *P. lanceolata* war in jungen Ansaaten zunächst ähnlich konkurrenzkräftig wie *L. perenne*, konnte aber mit der Zeit den Ertragsanteil nicht erhöhen. Zur Abschätzung der Ertragsfähigkeit kräuterreicher Bestände haben Reinsaatleistungen keine hinreichende Aussagekraft, da mit der Zeit Mischbestände die Wachstumsressourcen am Standort anders nutzen als die entsprechenden Reinbestände. Es wird vermutet, daß Prozesse der Nischendifferenzierung vor allem in extensiven Systemen der Grünlandnutzung eine auch agronomisch bedeutende Rolle spielen.

### Literatur

- Berendse, F., 1983: Interspecific competition and niche differentiation between *Plantago lanceolata* and *Anthoxanthum odoratum* in a natural hayfield. *J. Ecol.* 71, 379-390.
- Fitter, A.H., 1976: Effects of nutrient supply and competition from other species on root growth of *Lolium perenne* in soil. *Plant and Soil* 45, 177-189.
- Fitter, A.H., 1987: Spatial and temporal Separation of activity in plant communities: Prerequisite or consequence of coexistence? In: Gee, J.H.R. and P.S. Giller, Organization of communities. 27th Symposium of the British Ecological Society, Aberystwyth 1986, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 119-139.
- Newman, E.I. and K. Ritz, 1986: Evidence on the pathways of phosphorus transfer between vesicular-arbuscular mycorrhizal plants. *New Phytol.* 104, 77-87.
- Troxler, J. und P. Thomet, 1988: Untersuchungen zur Ertragsleistung von kräuterreichen Wiesen. *Schweiz. Landwirtsch. Forsch.* 27, 167-180.
- Wit, C.T. de, 1960: On competition. *Versl. landbouwkund. Onderz.* 66, 1-82.

## Zur Wirkung von Siliermitteln bei nitratarmem Grünfütter

<sup>1</sup>E. Kaiser \*, K. Weiß \* und A. Milimonka \*\*

### Einleitung

Wie sowohl Erfahrungen aus der Praxis (Wyss und Vogel, 1995) als auch Ergebnisse aus systematischen Untersuchungen (Kaiser u.a., 1996) belegen, ist bei der Silierung extensiv erzeugter Grünfütterbestände aufgrund des hierbei fehlenden Nitrats im Siliergut mit einer Verschlechterung der Siliereignung im Vergleich zu konventionell erzeugtem Grünfütter zu rechnen. Entgegen der in der Literatur vertretenen Meinung (Weißbach und Honig (1996), sind die hier bereits zu Gärbeginn entstehenden Buttersäuregehalte z.T. sehr hoch, unabhängig davon, welchen Verlauf die nachfolgenden Gärprozesse nehmen. Für Silagen aus nitratarmem Grünfütter besteht deshalb ein besonderes Fehlgärungsrisiko. Derartige Silagen werden aufgrund des veränderten Gärproduktmusters nach dem derzeit gültigen DLG-Beurteilungsschlüssel (Weißbach und Honig, 1993) teilweise zu gut bewertet. Offensichtlich ist das Auftreten nitratarmen Grünfütters nicht nur auf die für die Extensivierung typischen Bedingungen beschränkt. )Bei Erhebungen in Bayern (Rutzmoser, 1995) in den Jahren 1994 und 1995 wurde in 522 Grasproben ein durchschnittlicher Nitratgehalt von 1 g NO<sub>3</sub> / kg Trockensubstanz festgestellt, mit einer Streubreite von 0,001 bis 31,5 g / kg TS. Nur 4 % der Proben wiesen Nitratgehalte > 5 g / kg TS auf.

Offen ist bisher die Frage, durch welche siliertechnischen Maßnahmen das Fehlen von Nitrat im Siliergut ausgeglichen werden kann, um buttersäurefreie Silagen zu erzielen. In den vorliegenden Untersuchungen wurden zwei auf dem Markt befindliche Präparate von Milchsäurerbakterien (Gärungsbeschleunigung) sowie Ameisensäure (Säurewirkung) und das nitrithaltige Kofasilliquid (direkter Hemmstoffzusatz) geprüft.

### Material und Methode

Von je einem Bestand von *Dactylis glomerata* und *Festuca* spezie, die unterschiedlichen Nutzungsregimes unterworfen waren, wurden in den Jahren 1993 - 95 54 Laborsilierungsversuche durchgeführt. Das Nutzungsregime umfaßte neben einer 3-Schnitt-Nutzung, bei der der erste Aufwuchs zum optimalen Schnittzeitpunkt geerntet wurde, drei Formen der 2-Schnitt-Nutzung. Hierbei war der Nutzungszeitpunkt zum jeweiligen ersten Aufwuchs verzögert: Anf. Juni, Ende Juni, Mitte Juli. Der zweite Schnitt erfolgte entsprechend Mitte Aug., Ende August/ Anf. Sept., Anf. Okt. Aufgrund des im Boden vorliegenden Stickstoffvorrates erfolgte keine N-Düngung. Von jedem Aufwuchs wurde ein Laborsilierungsversuch angesetzt. Je Pflanzenart und Jahr wurden demzufolge 9 Silierungsversuche durchgeführt. Folgende Zusätze und Dosierungen kamen zur Anwendung:

- Milchsäurebakterien (MSB)-A: 10<sup>5</sup> KBE / g FM; 2 Stämme von *L. plantarum*
- (MSB)-B: 10<sup>5</sup> KBE / g FM; versch. Stämme von *L. plant.* und *E. faecium*
- Ameisensäure (AS): 4,61 l / t Grünfütter (= 0,1 val / kg FM); konz. (85 %ig)

---

<sup>1</sup> Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Invalidenstr. 42, 10115 Berlin

\* FG Futtermittelkunde, \*\* FG Grünlandssysteme

- Kofasilliquid: 3 l / t Grünfutter (ab 1994); Na-Nitrit+ Hexamethylentetramin, Silierbedingungen: 1,5 bzw. 11 Einweckgläser, 25° C Lagertemperatur, 180 Tage Lagerung. Zur Einschätzung der Vergärbarkeit des Grünfutters wird der Vergärbarkeitskoeffizient (VK) verwendet (Schmidt u.a., 1971). Er wurde nach der Gleichung

$$VK = \text{Trockensubstanz, \%} + 8 \text{ ZIPK.}$$

berechnet. Ihm liegt die von Weißbach u.a. (1974) angegebene Gleichung für den Mindestrockensubstanzgehalt (TSmin) für die Erzeugung buttersäurefreier Silagen zu Grunde:

$$TS_{\min} (\%) = 45 - 8 \text{ ZIPK.}$$

### Ergebnisse

Bei beiden Pflanzenarten waren die jeweils ersten Aufwüchse, auch bei Schnittverzögerung, meist zuckerreicher als die Folgeaufwüchse (ohne Darstellung). Da das Grünfutter der Fest. spez. in nahezu allen Aufwüchsen höhere Zuckergehalte aufwies als Dact. glom., waren die Fest. spez. gemessen an den VK-Werten, nahezu durchgehend besser vergärbar als Dact. glomerata. Zwischen den Jahren traten zum Teil erhebliche Unterschiede in der Vergärbarkeit auf. Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, gehen bei beiden Pflanzenarten die durchschnittlichen Gehalte an Buttersäure mit Verbesserung der Vergärbarkeit zurück. Auch die Streubreite wird geringer.

Jedoch sind auch bei leicht vergärbarem Grünfutter noch teilweise hohe Gehalte und hohe relative Anteile von Buttersäure an der Gesamtsäure zu verzeichnen. Die durchgehend niedrigeren Buttersäure- und höheren Milchsäuregehalte bei den Fest. spez. im Vergleich zu Dact. glom. in denselben Vergärbarkeitsklassen legen die Schlußfolgerung nahe, daß in den VK-Werten ein Einfluß der Pflanzenart vorliegt. Aus Tabelle 2, in der die Buttersäuregehalte aller Silagen bei Siliermittelzusatz nach Klassen der Vergärbarkeit zusammengefaßt sind, ist ersichtlich, daß bei Zusatz von Milchsäurebakterien die Höhe der Buttersäuregehalte zurückgeht, jedoch treten zum Teil noch sehr hohe Buttersäuregehalte bei mittelschwer und leicht vergärbarem Grünfutter auf. Durch den Zusatz von Ameisensäure konnten die Buttersäuregehalte ebenfalls eingeschränkt werden, während durch Kofasilliquid das Auftreten von Buttersäure weitgehend ausgeschaltet war. Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, ist der Anteil buttersäurehaltiger Silagen durch Milchsäurebakterien und Ameisensäure eingeschränkt worden. Mit Werten von 68-84% bei MSB-Zusatz ist der Anteil buttersäurehaltiger Silagen aber noch sehr hoch. Für Ameisensäure wurde mit einem Anteil von etwa 60 % ein etwas besseres Ergebnis erzielt. Als wirksamstes Siliermittel erwies sich Kofasilliquid, jedoch waren bei  $VK > 45$  die Silagen nicht durchgehend buttersäurefrei.

### Schlußfolgerungen

Aus den vorliegenden Untersuchungen ist die Schlußfolgerung zu ziehen, daß bei eingeschränkter Stickstoffdüngung und / oder Spätschnittnutzung auch bei einem Welkgrad  $> 35$  TS biologische Siliermittel eingesetzt werden sollten. Das Risiko von Fehlgärungen in Welksilagen kann damit eingeschränkt, jedoch nicht ausgeschaltet werden. Mit Ameisensäurezusatz werden vergleichbare Effekte erzielt. Der Einsatz nitrithaltiger Siliermittel sollte auf schwer vergärbares Grünfutter beschränkt bleiben.

Tabelle 1

Gehalt an Gärssäuren (% TS) in Abhängigkeit von der Vergärbarkeit bei Dact.glom. und Fest. spez. (Durchschnitt 1993 - 95)

	Dact. glomerata		Fest. spezies	
	X	von ... bis	X	von ... bis
VK < 35 <sup>1)</sup>	schwer vergärbar n=4		n=3	
Milchsäure	5,2 (54) <sup>2)</sup>	0,7 ... 8,2	6,8 (73) <sup>2)</sup>	5,3 ... 8,2
Essigsäure	1,4 (15)	1,2 ... 1,7	1,5 (16)	0,9 ... 1,8
Buttersäure	3,0 (31)	0,2 ... 6,4	1,0 (11)	0,4 ... 1,8
Gesamt	9,6 (100)		9,3 (100)	
VK 35- 45 <sup>1)</sup>	mittelschwer vergärbar n = 11		n=8	
Milchsäure	3,8 (55) <sup>2)</sup>	0 ... 8,7	5,3 (68) <sup>2)</sup>	1,6 ... 8,7
Essigsäure	0,9 (13)	0 ... 1,5	1,1 (14)	0,5 ... 1,9
Buttersäure	2,2 (32)	0 ... 4,8	1,4 (18)	0,2 ... 2,8
Gesamt	6,9 (100)		7,8 (100)	
VK > 45 <sup>1)</sup>	leicht vergärbar n = 12		n= 16	
Milchsäure	2,5 (52) <sup>2)</sup>	0,2 ... 5,5	2,9 (60) <sup>2)</sup>	0,6 ... 8,1
Essigsäure	0,6 (13)	0,3 ... 1,6	0,7 (15)	0 ... 1,7
Buttersäure	1,7 (35)	0,8 ... 3,2	1,2 (25)	0,4 ... 2,4
Gesamt	4,8 (100)		4,8 (100)	

<sup>1)</sup> VK = % TS + 8 Z/PK

<sup>3)</sup> iBS = i-BS + n-BS + i-VS + n-VS + CS

<sup>2)</sup> Anteil an der Gesamtsäure

Tabelle 2

Buttersäuregehalt in Silagen aus nitratarmem Grünfütter (Dact. glom. und Fest. spez., < 0,5 g NO<sub>3</sub> /kg TS) nach Klassen der Vergärbarkeit bei Zusatz verschiedener Siliermittel (Durchschnitt 1993 - 95)

VK	Buttersäuregehalt in Silagen, % der Trockensubstanz									
	Kontrolle		MSB - A		MSB - B		Ameisens.		Kof. 1i uid	
	n	BS	n	BS	n	BS	n	BS	n	BS
< 35	7	2,2 (0,2...6,4)	7	1,4 (0...5,4)	7	1,3 (0,2...4,9)	7	0,8 (0,3...3,2)	5	0,1 (0...0,2)
35 - 45	19	1,9 (0...4,8)	19	1,0 (0...3,7)	19	1,4 (0...4,6)	19	1,0 (0...3,1)	11	0,1 (0...0,2)
> 45	28	1,4 (0,4...3,2)	27	0,6 (0...1,6)	26	0,8 (0...2,6)	25	0,8 (0...4,7)	20	0,3 (0...0,9)

Tabelle 3

Häufigkeit buttersäurehaltiger Silagen (BS > 0,3 % TS) aus nitratarmem Grünfutter (Dact. glom und Fest. spez., > 0,5 g NO<sub>3</sub> / kg TS) nach Klassen der Vergärbarkeit bei Zusatz verschiedener Siliermittel (Durchschnitt 1993 - 95)

VK	Anteil buttersäurehaltiger Silagen									
	Kontrolle		MSB-A		MSB -B		Ameisens.		Kof. liquid.	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<35	7	86	7	71	7	86	7	71	5	0
35- 45	19	79	19	84	19	68	19	58	11	0
> 45	28	100	25	89	25	80	25	60	20	35

## Literatur

- Wyss, U. und R. Vogel (1995): Silagequalität von Grünfutter aus intensiver und extensiver Bewirtschaftung, Proc. 107. VDLUFA-Kongreß, Garmisch-Partenkirchen S. 441-444
- Kaiser, E.; K. Weiß und J. Zimmer (1996): Zum Gärungsverlauf bei der Silierung von nitratarmem Grünfutter, 1. Mitt.: Gärungsverlauf in unbehandeltem Grünfutter, Arch. f. Tierernährung, im Druck
- Kaiser, E. und K. Weiß (1996): Zum Gärungsverlauf von nitratarmem Grünfutter, 2. Mitt.: Gärungsverlauf bei Zusatz von Nitrat, Nitrit, Milchsäurebakterien und Ameisensäure, Arch. f. Tierernährung, im Druck
- Weißbach, F. und H. Honig (1996): Über die Vorhersage und Steuerung des Gärungsverlaufs bei der Silierung von Grünfutter aus extensivem Anbau, Landbauforschung Völkenrode, H. 1, S. 10- 31
- Weißbach, F. und H. Honig (1993); In: Jerock, H., G. Flachowsky und F. Weißbach, Futtermittelkunde, Gustav Fischer Verlag, Jena und Stuttgart
- Schmidt, L.; F. Weißbach; K.-D. Wernecke und E. Hein (1971): Erarbeitung von Parametern für die Vorhersage und Steuerung des Gärungsverlaufes bei der Grünfuttersilierung Forschungsbericht des Oskar Kellner Instituts für Tierernährung, Rostock
- Weißbach, F.; L. Schmidt und E. Hein (1974): Method of anticipation of the run of fermentation in silage making, based on the chemical composition of green fodder.- Proc. XII. intern. Grassland Congr., Moskau, Vol.III, Part II, 663- 673

## Fructane in spätgeschnittenen Futtergräsern und ihre Verwertung durch pflanzenassoziierte Milchsäurebakterien

W. Seyfarth und Marina Müller\*

Überständige Futtergräser besitzen nur einen geringen Gehalt an fermentierbaren Kohlenhydraten, so daß sie für eine Silierung nur bedingt geeignet sind. Den Hauptteil der wasserlöslichen Kohlenhydrate (WLK) der Gräser bilden in diesem seneszenten Stadium die Fructane. Sie stellen die Hauptspeicherform der Kohlenhydrate in Gramineen dar.

Pflanzliche Fructane sind strukturell unterschiedlich: die einzelnen Fructose-Moleküle sind über verschiedene C-Atome gebunden. So besitzt das Inulin der Compositen hauptsächlich eine  $\beta$ -2,1 fructosidische Bindung, weist nur wenige Verzweigungspunkte mit  $\beta$ -2,6 gebundenen Fructosemolekülen auf. Das Phiein einiger Gräser zeigt hauptsächlich oder ausschließlich  $\beta$ -2,6 fructosidische Bindungen, während als Graminan ein weiterer Fructantyp von Gräsern beschrieben wird, der beide Bindungstypen besitzt und dadurch eine stark verzweigte Struktur hat (WATERHOUSE & CHATTERTON 1993). Die wesentlichen Speicherorte bilden die unteren Stengelpartien und die vollständig expandierten Blattscheiden. Die Akkumulation ist dann besonders ausgeprägt, wenn der Assimilatverbrauch im Wachstumsprozeß trotz hoher Assimilationsleistung der Pflanze niedrig ist (SCHNYDER 1992), so z.B. beim Übergang aus der vegetativen in die reproduktive Entwicklungsphase. Die wesentlichste physiologische Funktion der Fructane ist in der kurzfristigen Bereitstellung metabolisch verfügbarer Kohlenhydrate als Energiequelle in Stressituationen der Pflanze zu sehen.

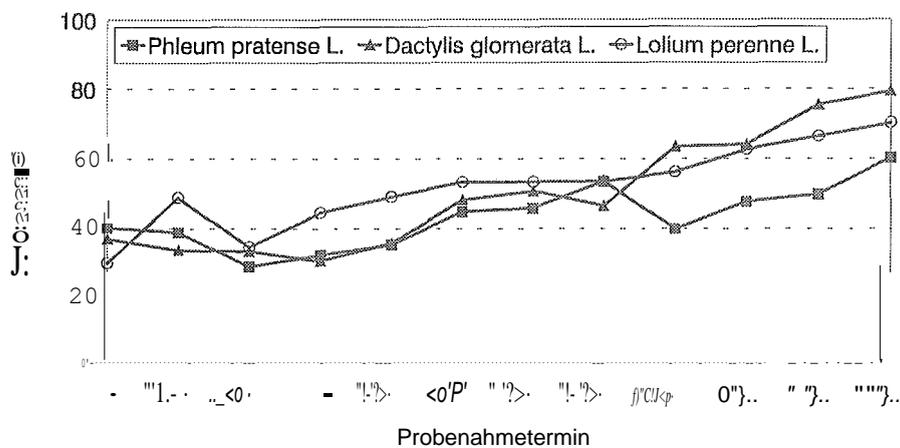
In der vorliegenden Arbeit wurden die Veränderungen im Gehalt an WLK von 3 Futtergräsern (*Dactylis glomerata* L., *Phleum pratense* L. und *Lolium perenne* L.) aus Reinbeständen im Vegetationsverlauf untersucht, wobei der Fraktion der Fructane besondere Beachtung geschenkt wurde.

Glucose, Fructose und Saccharose bildeten im Zeitraum dritte Mai- bis erste Junidekade den Hauptteil der WLK. Die Gräser befanden sich in dieser Periode im Vegetationsstadium der Halmstreckung bzw. des Blütenstandschiebens. In dieser Phase besteht ein hoher Bedarf an Assimilaten, die dann der Fructan-Akkumulation nicht zur Verfügung stehen. Der abnehmende WLK-Gehalt ab dem Stadium "Ende Blüte" bzw. "Samenfüllung" ist das Resultat nachlassender Photosyntheseleistung der seneszenten Pflanzen. Gleichzeitig stieg dabei der Fructananteil auf über 50-80% des Gesamt-WLK-Gehaltes.

---

\* Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung Müncheberg, Institut für Mikrobielle Ökologie und Bodenbiologie, Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg

Fructananteil am Gesamt-WLK-Gehalt (%)  
1993



Die höchsten mittleren Polymerisationsgrade (DP) wurden bei allen 3 Gräsern in der zweiten Julihälfte ermittelt. Bei *Phleum pratense L.* lag sein Maximalwert bei ca. 90, bei *Dactylis glomerata L.* um 60 sowie bei *Lolium perenne L.* um 20.

Die Fructanfraktionen der 3 Gräser wiesen deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung der trimeren Fructane auf. In allen 3 Gräsern war die 6-Kestose in unterschiedlichen Konzentrationen über den gesamten Vegetationszeitraum nachzuweisen, in *Dactylis* und *Phleum* bildete sie das dominierende Trimere. Neokestose und 1-Kestose waren hier nur in geringen Mengen vertreten. In *Lolium* konnte neben der 6-Kestose auch die Neokestose in hohen Konzentrationen gefunden werden. Sowohl bei *Phleum* als auch bei *Lolium* kam es während der Blüte zu einem Absinken des 6-Kestose-Gehaltes.

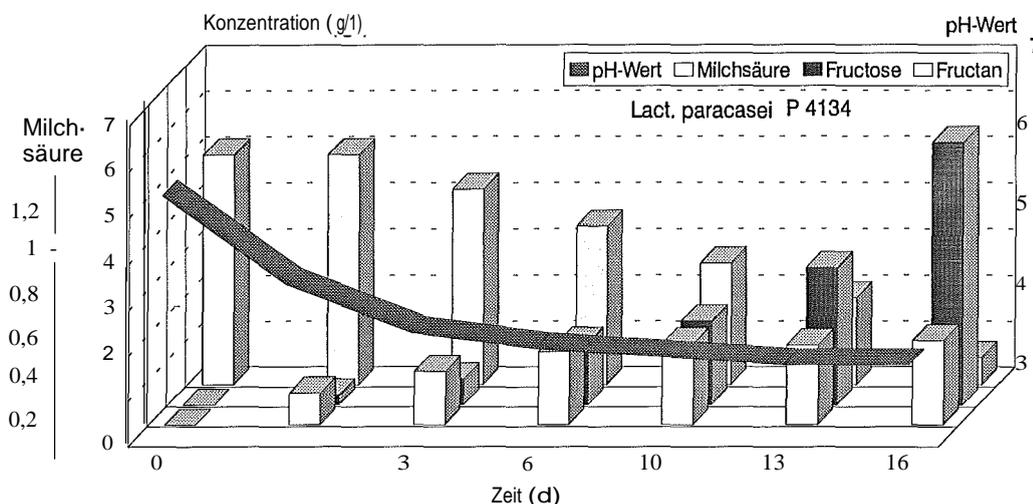
Deutlich wurde in den Untersuchungen der Einfluß der photosynthetisch aktiven Strahlung (PAR). Die auf einer beschatteten Versuchsfläche (nur ca. 60% der PAR einer unbeeinflussten Fläche in den Vormittagsstunden) geernteten Bestände wiesen deutlich geringere WLK-, wie auch Fructangehalte auf. Die Funktion der Fructane als Energiepool wurde insbesondere in Strebsituationen deutlich. So kam es bei der Ausbildung neuer Triebe zu einer rapiden Abnahme höherpolymerer Fructane, währenddessen nach der Vollblüte ein deutlicher Anstieg dieser Fraktion zu verzeichnen war.

Die Folgeaufwüchse der beim optimalen Schnittermin geernteten Gräser wiesen im Vergleich zu den Spätschnittbeständen um 25-50% höhere WLK-Gehalte auf, der Fructananteil am Gesamt-WLK-Gehalt lag aber deutlich unter dem der spätgeschnittenen Parzellen. In mehreren Welkversuchen traten im Gesamt-WLK-Gehalt nur geringe Verluste gegenüber dem Ausgangsmaterial auf. Allerdings unterlag die Fructanfraktion einem drastischen Abbau von 42 % ihres Ausgangsgehaltes (6,2-14,7 g Fructan /kg TM wurden abgebaut).

Die Vergärbarkeit von Futtergräsern ist wesentlich vom Gehalt an fermentierbaren Kohlenhydraten abhängig. Bei niedriger Menge an mono- und dimeren Zuckern in spät geschnittenen Futtergräsern kann die Verwertung der Fructane durch die silagerelevante Gruppe der Milchsäurebakterien (MSB) ein wichtiger Beitrag für den Siliererfolg sein. Deshalb wurde in weiteren

sind, diese Reservkohlenhydrate der Gräser zu fermentieren. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Grünland- und Futterwirtschaft der FAL Braunschweig-Völkenrode wurden in den Jahren 1991-1993 917 MSB-Stämme an den beiden Untersuchungsstandorten isoliert, identifiziert und

Produktbildung während des Fructanabbaus



auf ihre Fähigkeit zur Grasfructanverwertung in Laborversuchen überprüft (MÜLLER & LIER 1994). Von den untersuchten 917 MSB-Stämmen konnten 21 Stämme (2,3%) auf Grasfructan als einziger C-Quelle wachsen. Bei diesen 21 MSB-Stämmen handelt es sich um Stämme der Arten *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei*, *Lact. brevis* und *Pediococcus pentosaceus*. Die Abbauleistung ist dabei artspezifisch für *Lact. paracasei* subsp. *paracasei*, denn alle in diesem Zeitraum isolierten Stämme dieser Art können Fructane verwerten. Die Stämme der anderen 3 Arten bilden durch diese Fähigkeit eine Ausnahme innerhalb ihrer Arten.

Homofermentative MSB metabolisieren die aus der Fructanspaltung entstehende Fructose, Glucose und/oder Saccharose zu Milchsäure. Somit wird ein Teil der entstehenden Fructose sofort umgesetzt, die überschüssige Fructose dagegen im Medium akkumuliert und kann somit - unter bestimmten Einschränkungen- als Maß für die Reaktionsgeschwindigkeit der Fructanspaltung gelten. Um die Art und Geschwindigkeit der Fructanspaltung bei 4 ausgewählten fructanverwertenden MSB-Stämmen vergleichen zu können, wurde der Untersuchungszeitraum auf 16 Tage ausgedehnt und eine umfangreiche Endproduktanalyse mittels GC, HPLC und IEC durchgeführt (MÜLLER & STELLER 1995).

Bei allen untersuchten Stämmen wurde der Fructanabbau durch eine Abnahme des Gesamtfructangehaltes, der Bildung von Milchsäure und der Akkumulation von freier Fructose im Medium erkennbar. Dabei gab es stammspezifisch deutliche Unterschiede in der Geschwindigkeit des Fructanabbaus und in der Menge der gebildeten Milchsäure und der akkumulierten Fructose.

Die chromatographischen Analysen ließen erkennen, daß es während der Fructanhydrolyse zu einer Verschiebung des mittleren Polymerisationsgrades des Fructans in mittlere und untere Bereiche kam.

In Zusammenarbeit mit einer Arbeitsgruppe des Institute of Grassland & Environmental Research (IGER) in Aberystwyth (UK) wurde ein fructanverwertender MSB-Stamm der Paulinenauei Stammsammlung im Silierversuch mit mehreren Varianten eingesetzt (MERRY et al. 1995). Die höchste Fructanabbaurate wurde in der mit *Lact. paracasei* subsp. *paracasei* beimpften Variante und in der unsterilen, nicht beimpften Variante nachgewiesen. Ein niedrigerer, aber deutlicher Fructanabbau auch in der sterilen Variante ohne Inokulum läßt die Wirkung pflanzlicher Fructanasen erkennen.

MERRY, R.J., WINTERS, A.L., THOMAS, P.I., MÜLLER, M. & MÜLLER, T. (1995) J. Appl. Bacteriol. 79: 583-591

MÜLLER, M. & LIER, D. (1994) J. Appl. Bacteriol. 76: 406-411

MÜLLER, M. & STELLER, J. (1995) J. Appl. Bacteriol. 78: 229-236

SCHNYDER, H. (1992) Proc. Arbeitstagung der Universität für Bodenkultur Wien, 3

WATERHOUSE, A.L. & CHATTERTON, N.J. (1993) In: Science and Technology of fructans. Boca Raton: CRC Press, 1-8

## Witterungsbasierte Simulation der Zuckergehalte unterschiedlicher Grasbestände R. Wulfes \*, P. Nyman \*\*und A. Kornher \*

### Einleitung

Die wasserlöslichen Kohlenhydrate (wKH) sind eine bedeutende Stoffgruppe der Gräser des gemäßigten Klimabereiches und sind sowohl aus ernährungsphysiologischer als auch aus siliertechnischer Sicht als positiv zu beurteilen. Die wKH-Gehalte im nutzbaren Ernteertrag der Futtergräser sind großen Schwankungen unterworfen, wie eine Vielzahl von Untersuchungen zeigen. Es bestehen deutliche Arten- und Sortenunterschiede (Matthes, 1986), die zudem durch den Aufwuchszeitraum im Jahr, den Schnittzeitpunkt und die Stickstoffdüngung modifiziert werden (Wulfes et al., 1993). Die Größe der wKH-Fraktion als Puffer zwischen CO<sub>2</sub>-Assimilation und Bedarf an Assimilaten hängt zudem ganz wesentlich von kurzfristigen Witterungseinflüssen am Standort ab (Rücker, 1990).

Im Hinblick auf eine optimale Futterqualität und Siliereignung von Grünlandaufwüchsen besteht eine steigende Nachfrage seitens der landwirtschaftlichen Praxis und Beratung nach Zuckeranaysen des Grundfutters. Sowohl zu hohe Zuckergehalte (Deutsches Weidelgras als Bestandsbildner, früher Schnitt, evtl. reduzierte N-Düngung) als auch zu niedrige Zuckergehalte (Extensivierung, später Schnitt, sekundäre Grasarten, Herbstaufwüchse) können dabei Anlaß für Probleme sowohl in der Tierernährung als auch in der Silagebereitung sein. Aus diesem Grund kommt der Prognose der Zuckergehalte eine große Bedeutung zu. Am Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Universität Kiel wurde in den letzten Jahren ein Prognose- und Simulationsmodell entwickelt, das die Ertrags- und Qualitätsveränderung von Grünlandbeständen, insbesondere die Veränderung des Rohprotein- und ADF-Gehaltes sowie der Verdaulichkeit, bestandes- und aufwuchsspezifisch auf der Grundlage von Witterungsdaten simuliert (Kornher und Nyman, 1992). Im Rahmen der Reifeprüfung Grünland findet dieses Modell in Schleswig Holstein seine praktische Anwendung zur Prognose des optimalen Schnitterruins von Grünland- und Ackergrasbeständen. Auf der Basis vierjähriger täglicher Datenerhebungen während der Vegetationsperiode werden in der vorliegenden Untersuchung die Ergebnisse der Modifizierung des bestehenden Qualitätsmodelles zur quantitativen Beschreibung des wKH-Gehaltes in der Trockenmasse von Dauergrünlandbeständen vorgestellt. Es handelt sich hierbei um ein kausalbegründetes dynamisches Modell, daß die Entwicklung der wKH-Gehalte unter Berücksichtigung variabler Bestandeseigenschaften, Umweltverhältnissen und Bewirtschaftungsmaßnahmen täglich beschreibt.

Ziele des Simulationsmodelles FONSCH sollen sein:

- Quantifizierung meteorologischer und klimatischer Effekte auf die Zuckergehalte von Gräsern mit verfügbaren Wetterdaten.
- Prognose der Zuckergehalte in Grünlandbeständen in Kombination mit der Ertrags- und Qualitätsprognose im Rahmen der Reifeprüfung Grünland in Norddeutschland.

---

Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Holzkoppelweg 2,  
D-24118 Kiel

\*\* Department of Crop Production Science, Swedish University of Agricultural Sciences,  
P.O. Box 7043, S-750 07 Uppsala, Sweden

**Modellkonzeption**

Im Modellansatz wird unterstellt, daß sich der wKH-Gehalt in Grünlandbeständen während eines Aufwuchses kontinuierlich in Form einer Optimumskurve verändert. Dieser Verlauf ist abhängig von der phänologischen Entwicklung der Bestände und reflektiert source - sink Beziehungen während des Wachstums. Im Frühjahr steigt der wKH-Gehalt im Pflanzenmaterial während des Schossens in Verbindung mit steigender Blattflächenentwicklung an und erreicht kurz vor dem Blütenstandsschieben maximale Werte. Der Anstieg der wKH-Gehalte in diesem Entwicklungszeitraum ist begründet in einer hohen Photosyntheseleistung der Pflanze bei gleichzeitig geringem Bedarf an Assimilaten. Im Zuge der Alterung der Bestände sinkt die Photosyntheseleistung bei vermehrter Bildung von Strukturkohlenhydraten, so daß der wKH-Gehalt wieder sinkt. In Nachwüchsen ist prinzipiell mit einem ähnlichen Verlauf der wKH-Gehalte zu rechnen, nur auf einem niedrigerem Niveau. Diese entwicklungspezifischen, langfristigen Veränderungen im Zuckergehalt werden von kurzfristigen Veränderungen im Zuckergehalt überlagert, die im wesentlichen durch direkten Witterungseinfluß auf Photosynthese und Respiration entstehen. Im Modell werden zunächst der generelle (Trend-) Verlauf der wKH-Gehalte berechnet und dann die kurzfristigen Fluktuationen addiert.

Im Modell werden sowohl die langfristige als auch die kurzfristige Veränderung der Zuckergehalte über die Umwelt- und Witterungsfaktoren Tageslänge, Tagesmitteltemperatur, Strahlung und pflanzenverfügbares Bodenwasser berechnet. Die Reaktion der Pflanzen auf diese Faktoren ist bestandsspezifisch (Art, Sorte, botanische Zusammensetzung), aber auch produktionstechnische Maßnahmen, wie z. B. die Stickstoffdüngung haben großen Einfluß. Eine genaue Beschreibung des Modelles befindet sich bei Wulfes et al. (1996).

### Simulationsbeispiele

Im verwendeten Ansatz wird unterstellt, daß die Parameter des Modelles genotyp- (bestandes-) bzw. aufwuchsspezifisch sind. Die numerischen Werte der Parameter können sowohl aus Literaturangaben als auch aus eigenen Zeitreihenuntersuchungen abgeleitet werden.

Auf der Basis vierjähriger täglicher Datenerhebungen während der Vegetationsperiode sowie mit den täglichen Werten der im Modell berücksichtigten Witterungsdaten wurden mit Hilfe einer dem Modell angeschlossenen Optimierungsroutine Parameteroptimierungen für verschiedene Genotypen und Aufwuchszeiträume im Jahr bei differenzierter Düngung durchgeführt. Dadurch konnte das Modell auf bestimmte Grünlandbestände und Aufwüchse sowie produktionstechnische Maßnahmen modifiziert und angepaßt werden. Das Potential des Modelles, unterschiedliche Witterungssituationen auch in differenzierte wKH-Gehalte zu transformieren, zeigt Abbildung 1, in der für eine ausgewählte Variante (DW-Vigor, N40) die - mit den über 3 Jahre optimierten Parameterwerten - geschätzten Entwicklungsverläufe der wKH-Gehalte für die Jahre 1990 und 1994 dargestellt sind.

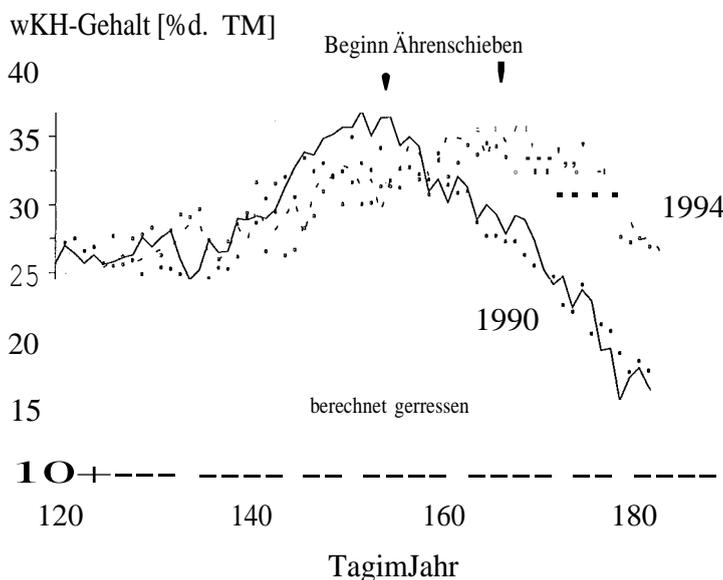


Abb. 1: wKH-Simulation in Abhängigkeit vom Jahr (Frühjahrsaufwuchs, DW-Vigor, 40 kg/ha N)

Es wird deutlich, daß die Witterungskonstellation der Jahre einen deutlichen Einfluß auf die entwicklungsbedingte Veränderung der wKH-Gehalte ausübt. Im sehr frühen Jahr 1990 verläuft die phänologische Entwicklung des Bestandes und damit die Entwicklung der wKH-Gehalte deutlich schneller ab als in den anderen Jahren. Maximale wKH-Gehalte werden in beiden Jahren mit Beginn des Ährenschiebens erreicht, obwohl dieser Termin zwischen den Jahren ca. 2 Wochen differiert.

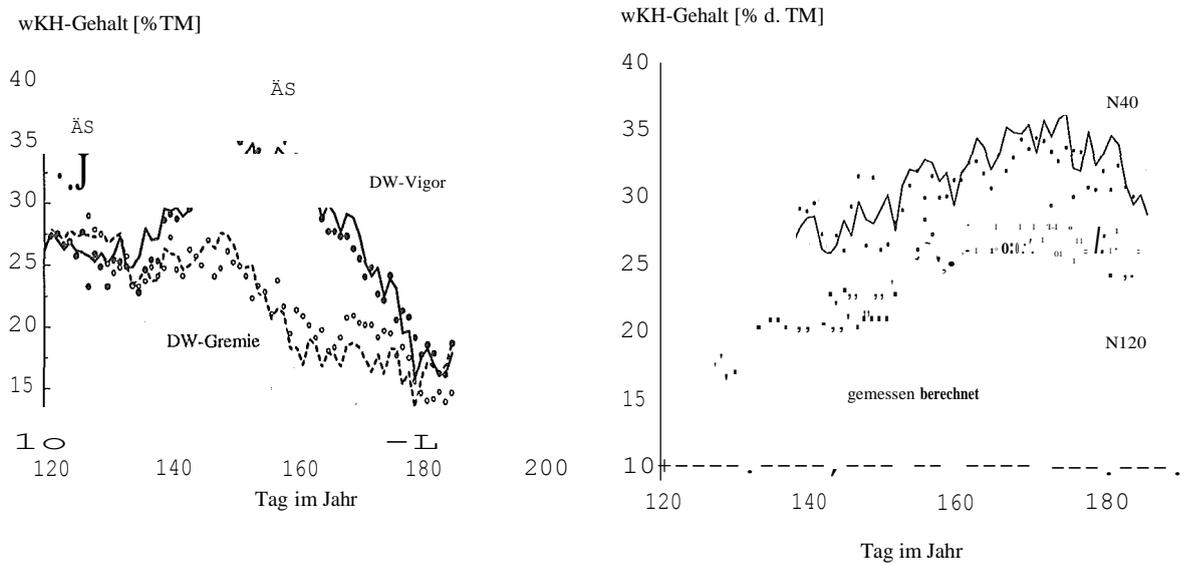


Abb. 2: wKH-Simulation in Abhängigkeit vom Genotyp (Frühjahrsaufwuchs 1990, 40 kg/ha N) und von der N-Düngung (Frühjahrsaufwuchs 1994, DW-Vigor)

### Zusammenfassung

Durch den vorgestellten Modellansatz ist es möglich, die Wirkung von Umwelteinflüssen auf den Zuckergehalt zu quantifizieren und für Prognosen zu nutzen. Beispielhaft werden bisherige Eichungen des Modelles vorgestellt. Für einen Einsatz in der landwirtschaftlichen Beratung, z. B. im Rahmen der Reifeprüfung Grünland, ist eine weitere Parameterisierung auf andere Bestände erforderlich.

### Literatur

- Matthes, K., 1986: Beziehungen zwischen Sortencharakter und den Gehalten wasserlöslicher Kohlenhydrate sowie verschiedener Strukturbestandteile bei der Art *Lolium perenne* L. Diss. Hohenheim.
- Kornher, A. und P. Nyman, 1992: A model for prediction of growth and quality change of grass swards. Proc. of the 14th General Meeting of the European Grassland Federation, Lahti, Finland, 378-382.
- Rücker, G., 1990: Einfluß der Witterung auf den Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten im ersten Aufwuchs von Futtergräsern. Das wirtschaftseigene Futter 36, 197- 208.
- Wulfes, R., F. Taube und A. Kornher, 1993: Tägliche Veränderung des Gehaltes an wasserlöslichen Kohlenhydraten bei *Lolium perenne* L. und *Dactylis glomerata* L. Tagungsbericht der 37. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 81 - 87.
- Wulfes, R., P. Nyman and A. Kornher, 1996: Modelling nonstructural carbohydrates in forage grasses with weather data. Agricultural Systems (eingereicht)

## Wege zu einer ökonomisch und ökologisch orientierten spezialisierten Milchviehhaltung Einfluß des Nährstoffmanagements, der Auswahl des Futters sowie des Milchviehs

J. van Bruchem, M. van Os, T.C. Viets und H. van Keulen \*

### Zusammenfassung

Die Stickstoff (N)-Verwertung in der Niederländischen Milchviehhaltung ist während der zurückliegenden Zeit drastisch gesunken (Die heutige N-Effizienz liegt unter 0,20. Die N-Verwertung vom verabreichten N ist durchaus nicht höher als 0,50). Eine Sensitivitätsanalyse zeigt, daß die Absenkung des Kunstdünger-N-Einsatzes die einzige effektive Maßnahme ist, um die N-Verluste zu reduzieren. Mittlerweile sind gesetzliche Normen für die maximalen Nährstoffverluste bis ins nächste Jahrhundert festgelegt worden. Sie betragen 180 kg N und 8,7 kg P pro Hektar und Jahr.

Zur Analyse der Möglichkeiten und Beschränkungen wurde die N-Aufnahme vom Gras in Modellberechnungen von 154 bis 449 kg.ha<sup>-1</sup> pro Jahr variiert. Demzufolge variierte die Produktion an Trockenmasse von 8,0 bis 11,7 t.ha<sup>-1</sup> und an Nettoenergie von 45,5 bis 78,5 GJ NE<sub>1</sub> ha<sup>-1</sup> bei einem Rohproteingehalt von 120 bis 240 g.kg<sup>-1</sup> TM. Die Milchleistung der Kühe wurde von 5.000 bis 10.000 kg pro Jahr variiert. Das Modell zeigt bei einem Grobfutter-Rohproteingehalt von mehr als 180 g.kg<sup>-1</sup> TM Stickstoffverluste, die über den gesetzlichen Normen liegen. Bis zu einem P-Verlust von 8,7 kg.ha<sup>-1</sup> kann man 0,30 bis 0,35 kg Kraftfutter pro kg Milch in den Betrieb einführen. Einschließlich der Jungviehhaltung könnten unter diesen Bedingungen bis 15.000 kg Milch pro Hektar produziert werden.

### Einleitung

Die Futterstickstoff-Verwertung in der Niederländischen Milchviehhaltung ist in den vergangenen Jahrzehnten auf unter 20 % gesunken (Groen & Van Bruchem, 1996). Diese Entwicklung kann hauptsächlich auf den stark angestiegenen Input von Kunstdünger-N zurückgeführt werden. Mittlerweile werden 55 % der N-Verluste in der gesamten Landwirtschaft durch die Milchviehhaltung verursacht. Die P-Verluste sind verhältnismäßig geringer, sie betragen etwa 30 %. Für das nächste Jahrhundert sind von seiten der Regierung gesetzliche Normen für maximale Verluste festgelegt worden. Sie belaufen sich beim N auf 180 kg und beim P auf 8,7 kg pro Hektar pro Jahr. In diesem Beitrag werden die gegenwärtigen Nährstoff-Kreisläufe analysiert um festzustellen, ob wir die Milchproduktion pro Hektar mit dem gegenwärtigen Niveau aufrechterhalten können bei gleichzeitiger Absenkung der Verluste auf das Niveau der zukünftigen Normen.

---

\* Wageningen Institute of Animal Sciences (WIAS), Agricultural University, Department of Animal Husbandry- Animal Production Systems, P.O. Box 338, NL 6700 AH Wageningen:

### Methode

Es wurde ein Milchviehhaltungssystem unterstellt, das auf Gras bzw. Grasprodukten als einziges Grobfutter basiert. Die Grastrockenmasse-Produktion wurde üblicherweise von einer stetig ansteigenden Stickstoff (N)-Verabreichung bestimmt. Die Trockenmasseproduktion bzw. die Zusammensetzung des Futters sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1. Stickstoff-Aufnahme (NA), Grobfutter-Trockenmasse-Produktion (TMP), Netto-Energie-Gehalt/Produktion ( $NE_{1-G/P}$ ), verdauliche Trockenmasse (VTM) und Rohproteingehalt (RPG).

NA kg.ha <sup>-1</sup>	TMP t.ha <sup>-1</sup>	$NE_{1-G}^1$ MJ.kK'	$NE_{1-P}$ GJ.ha <sup>-1</sup>	VTM <sup>1</sup> g.kg <sup>-1</sup>	RPG <sup>1</sup> g.kg <sup>-1</sup>
154	8.0	5.69	45.5	707	120
202	9.0	5.87	52.8	724	140
256	10.0	6.04	60.4	741	160
302	10.5	6.21	65.2	758	180
352	11.0	6.38	70.2	775	200
401	11.4	6.56	74.7	792	220
449	11.7	6.73	78.7	810	240

in Trockenmasse

Ein statisches deterministisches Modell wurde verwendet, das auf verschiedene Arten Grobfutter basiert (Tabelle 1) und Kühe mit einer Milchleistung (ML) von 5.000 bis 10.000 kg.Jahr<sup>-1</sup> während drei Laktationen (0,67 Jungvieh pro Kuh) berücksichtigt.

- \* Der Energiebedarf (GJ NE, Kuh<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>) beträgt: 15,2 (GJ) + 3,17 (GJ.r<sup>-1</sup>) \* ML (t).
- \* Für Jungvieh von 0-1 bzw. 1-2 Jahren ist ein Bedarf von 7,2 bzw. 19,8 GJ NE<sub>1</sub> kalkuliert worden.
- \* Verdauliches Rohprotein (VRP) wird bewertet mit:  $VRP = -32 + 0,9 RP$  (g.kK<sup>1</sup> TM)
- \* N und P in Milch bzw. Zuwachs betragen 5,4 bzw. 25,5 g N kg<sup>-1</sup> und 0,9 bzw. 7,4 g P kg<sup>-1</sup>
- \* Für Verluste durch Ammoniak-Emission werden 10% des Gülle-N unterstellt.
- \* Als pflanzliche N-Verwertungsind 0,80 aus Kunstdünger, 0,64 aus Harn und 0,32 bis 0,64 aus Kot im negativen linearen Zusammenhang mit der Kunstdüngermenge berücksichtigt.
- \* Als Rohaschegehalt werden 100 g.kg<sup>-1</sup> Trockenmasse in Ration bzw. Kot, verwendet.

### Ergebnisse und Diskussion

Bewertet man den P-Gehalt in Kraftfutter, Milch und Zuwachs, so kann pro kg Milch mehr Kraftfutter importiert werden bei Kühen mit niedriger Milchleistung. Für eine Milchleistung von 5.000 bis 10.000 kg pro Kuh und eine Trockenmasseproduktion von 8,0 bis 11,7 t.ha<sup>-1</sup> errechnet sich ein Kraftfutter/Milch-Verhältnis für P von 0,27 bis 0,41. Der Anteil Kraftfutter in den Rationen beträgt 0,38 bis 0,43 und der Anteil angebautes Grobfutter (bezogen auf Nettoenergie) 0,59 bis 0,69.

Der Trockenmassebedarf der Kühe (ML 5.000 bis 10.000 kg.Jahr<sup>-1</sup>) mit einer Spitzenleistung von 22,6 bis 45,2 kg.Tag<sup>-1</sup>, beträgt 15,3 bis 27,5 kg.Tag<sup>-1</sup>. In diesem Spitzenzeitraum müssen 9.000 bis 10.000-kg-Kühe über 20 kg.Tag<sup>-1</sup> Trockenmasse aufnehmen, wenn eine negative Energiebilanz von <25 MJ Tag<sup>-1</sup> berücksichtigt wird. Es ist vielleicht fraglich, ob das mit Rationen, in denen der Kraftfutteranteil etwa 50 % beträgt, möglich ist.

Es wird mit Kraftfutter ein wenig mehr N in den Betrieb importiert als mit Milch und Zuwachs abgeführt wird (13 bis 30 kg.ha<sup>-1</sup>). Mit dem Kot werden 84 bis 149 kg N ha<sup>-1</sup> ausgeschieden und mit dem Harn 88 bis 333 kg N ha<sup>-1</sup>. Also, je höher die N-Düngung, desto höher ist die Trockenmasseproduktion, und verhältnismäßig mehr N wird im Harn ausgeschieden. Das Harn-N zu Kot-N-Verhältnis steigt an, während das N/C-Verhältnis in der Gülle höher wird und damit die Chance auf Ammoniak-Emission. Die N-Menge in der Gülle ist nicht ausreichend für die Grobfutterproduktion. Unter Berücksichtigung obiger Aufnahmeanteile müssen 45 bis 251 kg N ha<sup>-1</sup> über Kunstdünger hinzugefügt werden, um den N-Fluß im Boden-Pflanze-Tier-System zu wahren. Die höchsten Mengen an Kunstdünger sind in der Zukunft infolge der festgelegten Grenzen der N-Verluste nicht einsetzbar. In Tabelle 2 ist die maximale Milchproduktion pro Hektar aufgeführt, die eine Umweltbelastung bis 180 kg N und 8,7 kg P pro Hektar berücksichtigt.

Tabelle 2. Milchproduktion ( $t \cdot ha^{-1} \cdot Jahr^{-1}$ ), N-Verluste (NV;  $kg \cdot ha^{-1}$ ) und Ammoniak-Emission (AE: % relativ) in Zusammenhang mit Milchleistung (ML,  $t \cdot Kuh^{-1}$ ) und Grobfutter-Trockenmasse-Produktion/Rohproteingehalt (TMP/RPG,  $t \cdot ha^{-1} / \% TM$ ).

ML	TMP/RPG						
	8.0112	9.0/14	10.0116	10.5118	11.0/20	11.4/22	11.7/24
5	9.0	10.1	11.3	12.0	12.8 <sup>"</sup>	13.5 <sup>"</sup>	14. <sup>r</sup>
6	10.1	11.4	12.8	13.6	14.5 <sup>"</sup>	15.3 <sup>"</sup>	16. <sup>(J'</sup>
7	11.2	12.6	14.1	15.0	16.0 <sup>"</sup>	16.9 <sup>"</sup>	17.6 <sup>"</sup>
8	12.1	13.6	15.2	16.3	17.3 <sup>"</sup>	18.3 <sup>'</sup>	19. <sup>r</sup>
9	13.0 <sup>"</sup>	14.6 <sup>"</sup>	16.3 <sup>"</sup>	17.4 <sup>b</sup>	18.5 <sup>ab</sup>	19.6 <sup>"b</sup>	20.5 <sup>"b</sup>
10	13.7 <sup>b</sup>	15.5 <sup>"</sup>	17.3 <sup>b</sup>	18.4 <sup>b</sup>	19.6 <sup>ab</sup>	20.7 <sup>"b</sup>	21.7 <sup>"b</sup>
NV	96	118	144	168	194 <sup>"</sup>	220 <sup>a</sup>	247 <sup>"</sup>
ABC	65	50	33	17	***	-18	-35

<sup>"</sup>) N Verluste > 180  $kg \cdot ha^{-1}$ ; <sup>b</sup>) Futteraufnahme Beschränkung; <sup>c</sup>) Reduktion Ammoniak-Emission

Einer Sensitivitätsanalyse nach ist die P-beschränkte Milchproduktion am sensitivsten für (1) TMP (Sensitivitätsindex; SI 0,79 bis 0,87) und (2) ML (SI 0,53 bis 0,69). Das Modell zeigt keine technische Limitierung, um die N-Emission abzusenken bis zum Niveau der künftigen gesetzlichen Normen. Mit der TMP=10.5/ML=7-Kombination werden 15.000 kg Milch pro Hektar produziert mit einer N-Effizienz von 0,25 für Milchkühe und 0,12 für Jungvieh. Mit einer submaximalen N-Effizienz der Tiere ist es somit möglich, eine umweltausgeglichene Milchviehhaltung, in diesem Fall mit einer N-Effizienz von 0,36, durchzuführen. Eine beschränkte Menge Kunstdünger-N und eine verbesserte N-Verwertung der Gülle bieten den einzigen Ausweg, die N-Verluste effektiv zu reduzieren.

#### Literatur

Groen, A.F. & J. van Bruchern (Eds.), 1996. Utilization of local feed resources- Perspectives of environmentally balance production system. EAAP-Publication No. 94, Wageningen Pers. Wageningen, The Netherlands, 153 pp.

## Einfluß von mineralischer Stickstoffdüngung und Exkrementen der Weidetiere auf den Ertrag und die Stickstofffraktionen im Boden unter Grünland

U. Küntzel \*

### Problemstellung

Über den Effekt der Stickstoff [N]-Düngung im Zusammenwirken mit dem Exkrement-N der Tiere auf der Weide bestehen noch erhebliche Kenntnislücken. Um N-Überschüsse wirksam reduzieren zu können, müssen die Prozesse der N-Mobilisierung und N-Immobilisierung im Boden in die Betrachtung einbezogen werden (Elsäßer et al. 1995, Isermann et al. 1995, Rieder 1995). Ab 1993 wurden hierzu Untersuchungen durchgeführt.

### Material und Methoden

Auf über 10 Jahre alten Dauergrünlandbeständen, alle mit >90% Gräser und <1% Leguminosen, wurde 1993 bis 1995 in verschiedenen Versuchen die N-Zufuhr auf der Weide simuliert. In mehrfaktoriellen Spaltanlagen wurde die gleichmäßig verteilte mineralische N-Düngung (Großparzellen) mit der fleckenhaften Kot- und Harnablage der Weidetiere (Kleinparzellen) kombiniert. Die mineralische N-Düngung erfolgte mit Kalkammonsalpeter. Kot und Harn wurden in quadratischen Blechrahmen von 0,3 bzw. 0,6 m Kantenlänge ausgebracht, 10 oder 20 g N/Kotfleck und die doppelte N-Menge/Harnfleck. Über die Vegetationszeit verteilt wurden 4-6 Bodenproben in 3 Schichten (0-10, 11-30, 31-60 cm) gezogen. Darin wurden neben  $N_{min}$  ( $NO_3-N$  nach M. Kücke und E. Przemec, 1983 plus  $NH_4-N$  nach E. Kandeler, 1993) auch das leicht mineralisierbare Stickstoffpotential ( $N_{pot}$ ) (G.M. Richter et al. 1988) durch einwöchige aerobe Bebrütung bei 35°C bestimmt.

Die ausschließlichen N-Effekte wurden durch Differenzbildungen der Parzellenwerte der gedüngten minus der entsprechenden ungedüngten ermittelt. Alle Angaben, auch wenn es sich um Exkrementflecken handelt, sind auf die gebräuchliche Flächeneinheit ha bezogen.

### Ergebnisse und Diskussion

Infolge der extremen Sommertrockenheit weichen die Ergebnisse des Jahres 1995 von denen der Vorjahre ab, so daß sie hier nicht in die Auswertung einbezogen wurden. Für 1993 und 1994 ergaben sich gemeinsame signifikante Regressionen zwischen Ertragszuwachs und stei-

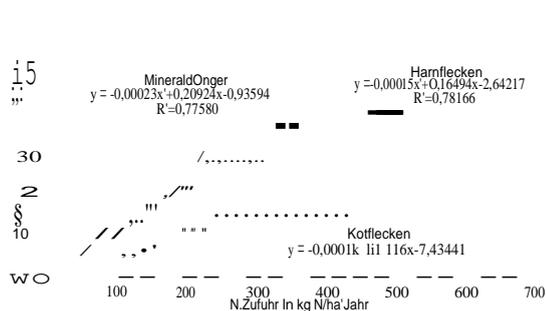


Abb. 1: Ertragszuwachs (A dt TM/ha/Jahr) auf der Weide mit steigender Stickstoffzufuhr als Mineraldünger, Kot- und Harnflecken in den Jahren 1993 und 1994 (A dt TM/ha/Jahr = Differenz der Jahreerträge der gedüngten minus der ungedüngten Varianten)

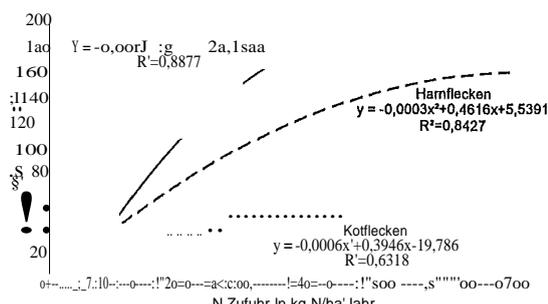


Abb. 2: N-Entzug (A kg N/ha/Jahr) mit dem Weideertrag bei steigender N-Zufuhr als Mineraldünger, Harn- und Kotflecken in den Jahren 1993 und 1994 (A kg N/ha/Jahr = Differenz der Jahreserträge der gedüngten minus der ungedüngten Varianten)

gender N-Zufuhr als Mineraldünger sowie als Harn- und Kotflecken (Abb.1). Im Mittel beider Versuchsjahre stiegen die Ertragszunahmen bis 250 kg Mineraldünger-N/ha\* $a$  annähernd linear bis auf 39 dt TM/ha\* $a$  an. Bei weiterer Erhöhung der N-Düngung wurde der Ertragszuwachs kleiner und erreichte bei 350 bis 400 kg N/ha\* $a$  seinen Maximalwert von

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

48 dt TM/ha\*a. Die Produktionsleistung des N in Harnflecken betrug etwa 2/3 des mineralischen N, die des N in Kotflecken nur etwa 1/4.

Aus Abbildung 1 lassen sich folgende Stickstoffleistungen (kg TM/kg N) berechnen:

bei 100-150 kg N-Düngung für      Mineraldünger 18,    Harnflecken 12,    Kotflecken 5;  
bei 400 kg N-Düngung für            Mineraldünger 13,    Harnflecken 8,    Kotflecken 3.

Bei einer kombinierten N-Zufuhr als Mineraldünger plus Harn- und Kotflecken hatte der Exkrement-N keinen Düngereffekt mehr, und wirkte meist sogar ertragsmindernd (Tab. 1).

Tab. 1: Grünlanderträge des Jahres 1993 bei N-Zufuhr als Mineraldünger und Exkrementflecken

N-Form	Düngung in kg N/ha*a				Ertrag dt TM/ha*a
	Mineral- düngung	Harn- flecken	Kot- flecken	Noes.	
ungedüngt				0	46
Mineraldünger	125			125	79
Mineraldünger	250			250	103
Harnflecken		364		364	79
Mineraldg.+Harnflecken	125	364		489	92
Mineraldg.+Harnflecken	250	364		614	106
Kotflecken			118	118	56
Mineraldg.+Kotflecken	125		118	243	85
Mineraldg.+Kotflecken	250		118	368	102

Der mit dem Ertrag entzogene N, in Abhängigkeit von den aufgewendeten N-Düngung, ist in Abb. 2 dargestellt. Mit steigender N-Düngung von 100 auf 400 kg N/ha nahm die sog. N-Wiederfindungsrate ("apparent N-recovery rate" nach van der Meer et al., 1989; N-Entzug in% der gedüngten N-Menge) ab:

Mineraldünger von 60 auf 45, Harnflecken von 49 auf 35, Kotflecken von 14 auf 10. Die eingesetzten N-Mengen wurden also nicht vollständig in Ertrag umgesetzt. Dieser nicht nachweisbare N kann entweder gasförmig oder durch Auswaschung im Boden verloren gegangen sein, oder er ist im Boden frei oder gebunden noch vorhanden (Tab.2). Es zeigte sich mit steigender N-Düngergabe generell eine Zunahme an N<sub>min</sub> und potentieller Nettomineralisationsrate (N<sub>rot</sub>). Die Mineraldüngung hatte in der Jahressumme die höchsten Werte und unter den Kotstellen waren die kleinsten. Es ließen sich aber keine statistisch gesicherten Beziehungen zwischen N-Wiederfindungsrate und den N-Fraktionen im Boden berechnen.

Tab. 2: Änderungen der N-Fraktionen (in kg N/ha) in unterschiedlich gedüngtem Grünlandboden (Bodenschicht 0..60 cm) über die Vegetationszeit 1993

IXingefonn	IXingenrn"ue inkgNiha*a	N-Haktion	kg N/ha in Bodenschicht 0-60 cm								
			Mirz	Apdl	Mai	Juni	July	August	Sept	Nw	
ungedüngt		Nrrin	8,6	8,00	29,53	60,21	39,83	32,20	39,11	28,74	
		NJxlt	37,98	48,00	65,95	95,44	49,65	83,51	71,05	56,42	
Mineral- dünger	104,2	Nrrin	8,62	8,00	29,53	47,37	35,50	39,55	42,13	86,91	
		NJxlt	37,98	48,00	65,95	96,84	78,68	96,46	96,80	50,95	
	416,7	Nrrin	8,62	8,00	29,53	136,58	HX5,47	91,96	93,03	60,16	
		NJxlt	37,98	48,00	65,95	133,25	88,62	87,11	81,49	71,93	
Harn- flecken	104,2	Nrrin	8,62	8,00	29,53	40,24	36,21	56,48	40,38	33,54	
		NJxlt	37,98	48,00	65,95	97,90	59,47	65,72	35,18	66,57	
	416,7	Nrrin	8,62	8,00	29,53	53,84	240,67	174,72	68,71	70,80	
		NJxlt	37,98	48,00	65,95	96,34	91,67	119,64	40,85	87,66	
Kot- flecken	104,2	Nrrin	8,62	8,00	29,53	49,64	14,68	74,28	15,58	35,60	
		NJxlt	37,98	48,00	65,95	86,09	66,82	63,24	61,23	53,91	
	416,7	Nrrin	8,62	8,00	29,53	53,03	24,90	50,59	43,95	-	
		NJxlt	37,98	48,00	65,95	86,10	88,52	140,20	67,11	-	

Tab. 3: Stickstoffbilanz auf Grünlandflächen bei unterschiedlicher Düngung im Jahre 1993

	ungedüngt	Mineraldünger		Harnflecken		Kotflecken	
		wenig	viel	wenig	viel	wenig	viel
N-Düngung (kg N/ha*a)							
-Mineraldünger		104,2	416,7				
-Kotflecken						106,2	215,3
-Harnflecken				161,9	644,4		
Bodenvorrat (kg N/ha*a)							
-Nmin (0-30 cm)	105,3	99,4	303,6	106,5	323,9	91,4	107,8
-Npot (0-30 cm)	276,5	246,9	268,8	215,3	296,0	194,2	276,2
Gesamt-N-Zufuhr (kg N/ha*a)							
1) Dgg + Boden (Nmin)	105,3	203,6	720,3	268,4	968,3	197,6	323,1
2) Dgg + Boden (Nmin+Npot)	381,8	450,5	989,1	483,7	1264,3	391,8	599,3
N-Entzug (kg N/ha*a)	105,6	119,5	238,5	96,3	241,1	34,0	67,9
Saldo (kg N/ha*a)							
Zufuhr 1) - N-Entzug	-0,3	84,1	481,8	172,1	727,2	163,6	255,2
Zufuhr 2) - N-Entzug	276,2	331,0	750,6	387,4	1023,2	357,8	531,4
N-Bodenrest im Herbst							
-Nmin	19,1	55,9	38,7	21,8	43,5	21,6	22,6
-Npot	48,1	39,4	51,3	61,5	69,7	48,0	62,2
insgesamt	67,2	95,3	90,0	83,3	113,2	69,6	84,8

In eine N-Flächenbilanz (Tab. 3) wurden die gemessenen N-Bodenvorräte mit einbezogen. Erwartungsgemäß wurde mit steigender N-Zufuhr der N-Überschuß größer und unter den Exkrementflecken war er höher als bei vergleichbarer Mineraldüngung. Der nach dem letzten Schnitt verbliebene "N-Bodenrest" erklärt nur einen kleinen Teil dieser N-Überschüsse. Auf der ungedüngten Fläche ist der Ertrag offenbar aus dem frei verfügbaren Nmin der Bodenschicht bis 30 cm gebildet worden (Saldo Nmin -0). Dieser muß aus bodenbürtigem N freigesetzt worden sein. Andererseits steht dem N-Entzug mit dem Ertrag der in der Wurzelmasse gebundene N gegenüber, der ebenfalls nur über freigesetztes Nmin entstanden sein kann. Ob N-Bindungs- oder N-Freisetzungsvorgänge im Boden überwiegen, läßt sich zwar an den Veränderungen der potentiellen Nettomineralisationsrate ablesen, deren Größenordnungen lassen sich jedoch nicht abschätzen.

## Literatur

- ELSÄBER, M. und M. OSCHWALD, 1995: Die Einbeziehung der Stickstofflieferung des Standortes bei der Berechnung der "ordnungsgemäßen" Düngung von Dauergrünland. *Wirtschaftseigene Futter* 41, H. 1, 43-60.
- ISERMANN, K. und R. ISERMANN, 1995: Hinreichende Merkmale, Ausgangssituation und Lösungsansätze sowie Lösungsaussichten einer nachhaltigen Tierproduktion unter besonderer Berücksichtigung der Grünlandwirtschaft VDLUFA-Schriftreihe 40, Kongreßband, 635-638.
- KANDELER, E., 1993: Bestimmung von Ammonium. In "Bodenbiologische Arbeitsmethoden". Hrsg. F. Schinner et al., 2. Aufl., Springer-Verl. (Springer-Labor), 366-368.
- KÜCKE, M. und E. PRZEMCK, 1983: Ein mikrobiologischer Nitratnachweis für Serienuntersuchungen an Pflanzenextrakten. *Landwirtschaftliche Forschung* 36, 140-150.
- RICHTER, G. M., A. Hoffmann und J. Richter, 1988: N-Mineralisation nach Krummenvertiefung und Grünlandumbruch in lehmigen Ackerböden. VDLUFA-Schriftreihe 28, Kongreßband, Teil II, 43-52.
- RIEDER, J. B., 1995: Kohlenstoff- und Stickstoffdynamik unter Dauergrünland. *Schule und Beratung*, H. 4, 5-9.
- VAN DER MEER, H. G. and M. G. VAN UUM-VAN LOHUYZEN, 1986: Relationships between inputs and outputs of nitrogen in grassland. In: "Nitrogen fluxes in intensive grassland systems". *Developments in Plant and Soil Sciences*, No. 23, 1-18.

## Nitrataustrag aus Weideflächen unter besonderer Berücksichtigung von Bewirtschaftungsintensität, Exkrementstellen und Wasserhaushalt

L. Klempt und G. Spatz\*

### Einleitung

Nitrataustrag aus Weideflächen wird durch geringe Effizienz gedüngten Stickstoffs (VAN DER MEER & VAN UUM-VAN LOHUYZEN, 1986) und räumlich inhomogene Rücklieferung von Exkrementstickstoff auf die Weideflächen (SPATZ ET AL., 1992) verursacht. Die experimentelle Quantifizierung des Nitrataustrags in Feldversuchen ist ohne eine Ermittlung der standortbezogenen Sickerwasserspende nicht möglich (KLEMP, 1991; BENKE, 1992).

### Material und Methoden

Die Bearbeitung der Problemstellung erfolgte in drei Teilaspekten:

Zur Quantifizierung der standortbezogenen Sickerwassermenge wurde das Simulationsmodell SWATRER (DIERCKX ET AL., 1986) am Versuchsstandort kalibriert, verifiziert und zur Ermittlung der Bodenwasserflüsse eingesetzt.

Die Auswirkungen von Rinderexkrementstellen auf die Nitratauswaschung wurden in einer Modellstudie durch experimentelle Ausbringung von Exkrementen untersucht. Es wurden am 3.11.1993 und am 23.8.1994 jeweils 4,9 l Harn/1,25 m<sup>2</sup> (30,0 bzw. 32,6 g N/Parzelle) und je 6 Kotstellen mit 2,1 kg Kotfrischmasse (67,5 bzw. 61,2 g N/Parzelle) ausgebracht. Anschließend wurde mit der Saugkerzenmethode die Nitratverlagerung unterhalb der Exkremente und 10 und 50 cm neben den Exkrementen ermittelt.

Die Auswirkung der Bewirtschaftungsintensität auf den Nitrataustrag wurde in einem in Zusammenarbeit mit der LK-Hannover angelegten praxisnahen Weideversuch ermittelt. Drei Intensitätsvarianten mit einer Düngung von 240, 120 und 0 kg N/ha\*a wurden nach dem put-and-take System durch Jungrinder mit Besatzdichten von 4,5, 4,0 und 3,4 GVE/ha beweidet. Unterhalb dieser Flächen wurde mit Hilfe der Saugkerzentechnik nach dem Konzept der Intensivmeßpunkte (KLEMP ET AL., 1991) der Nitrataustrag ermittelt.

Die experimentellen Untersuchungen fanden auf einem Versuchsbetrieb der LK-Hannover in der Ostemarsch (0,5 m über NN; Jahresmitteltemperatur 9,9°C; mittlere Jahresniederschlag 810 mm; rigolte Flußmarsch aus schluffigem Ton bis feinsandigem Schluff, Grundwasserflurabstände 50 - 120 cm)

### Ergebnisse und Diskussion

Mit dem Simulationsmodell SWATRER konnten nach dessen Kalibrierung die Matrixpotentiale im Zeitverlauf (Abb. 1) und damit die Wasserflüsse im Boden zutreffend berechnet werden. Für die Sickerwasserperioden 1993/94 und 1994/95 ergeben sich Sickerwassermengen von 170 bzw. 156 mm (Abb. 2). Die klimatische Wasserbilanz überschätzt demgegenüber die Sickerwassermenge der betrachteten Zeiträume um das zwei- bis vierfache.

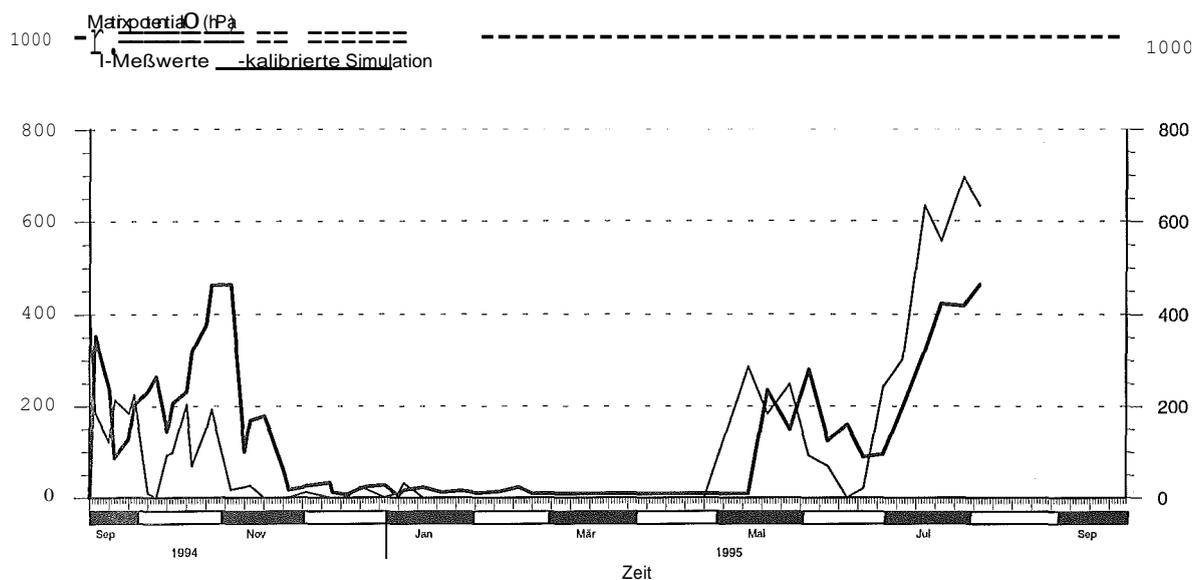


Abb. 1: Vergleich gemessener und Simulierter Matrixpotentiale in 20 cm Tiefe

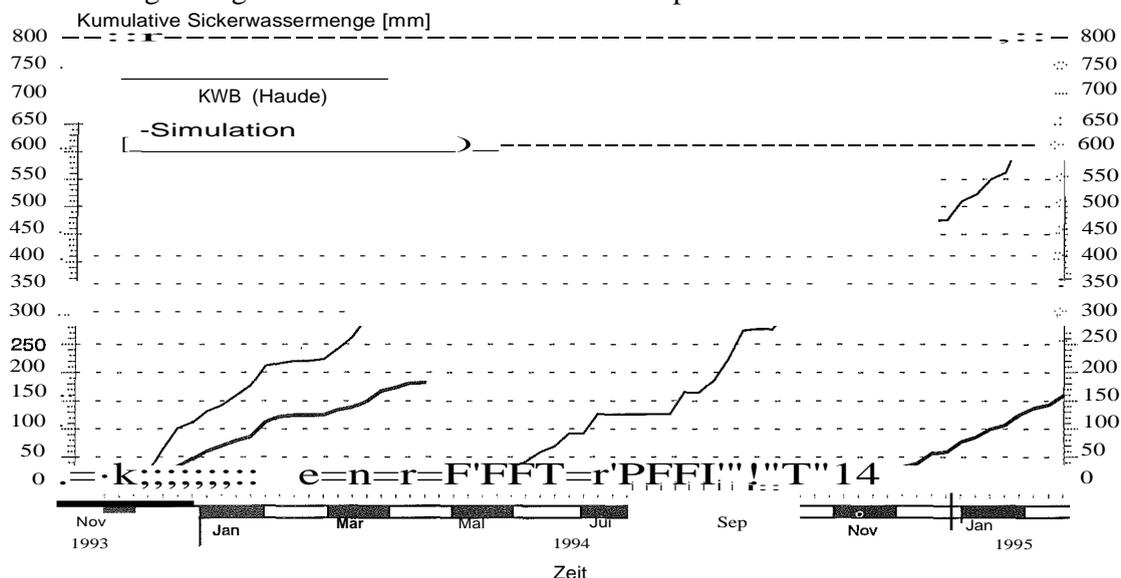


Abb. 2: Kumulative Sickerwassermenge nach Simulation des Bodenwasserhaushaltes im Vergleich zur klimatischen Wasserbilanz (KWB)

Die experimentelle Applikation von Weidetierexkrementen führte zu einer Erhöhung der Nitratauswaschung gegenüber nicht von Exkrementen betroffenen Flächen (Abb. 3). Unter Harnstellen wurden 9,3% bis 16% des mit den ausgebrachten Exkrementen applizierten Stickstoffs ausgewaschen, bei Kotapplikation lagen die Werte bei 2% bis 2,7%. Die räumliche Wirkung von Exkrementstellen war stark auf die betroffenen Flächen begrenzt. Unter Grünland können Makroporen einen erheblichen Einfluß auf das Verlagerungsgeschehen ausüben.

Im Weideversuch bewirkte die Verminderung der Bewirtschaftungsintensität eine Verringerung der Bruttoerträge um 32% (von 109 auf 75 dt/ha), während die tierischen Leistungen um nur 17% verringert wurden. Die aus den produktionstechnischen Daten abgeleiteten Stickstoffflächenbilanzen (Tab. 1) weisen Stickstoffbilanzsalden von bis zu 242 kg N/ha\*a in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsintensität auf. Diese Stickstoffbilanzüberschüsse sind ein Maß für das Stickstoffverlustpotential dieser Weidesysteme.

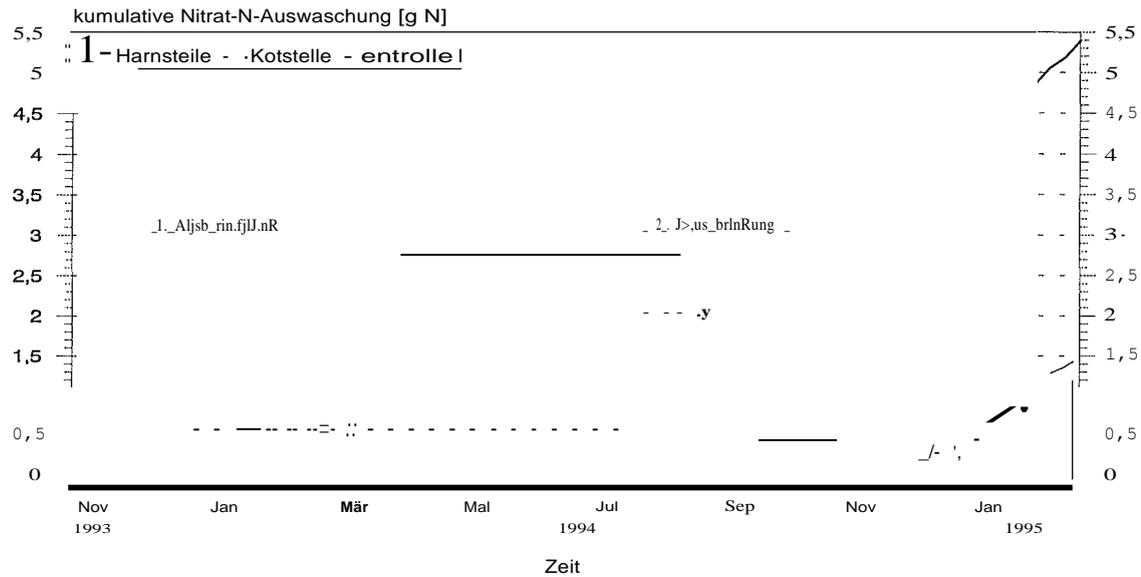


Abb. 3: Kumulative Nitratauswaschung unter Weidetierexkrementen

Tab. 1: Stickstoffflächenbilanz des Weideversuches für das Jahr 1994 [kg N/ha\*a]

	Varianten	1	2)	3
Input	Düngung	240	120	0
	Biologische N-Fixierung	10	12	20
Umsatz	Entzug mit der Biomasse	528	461	359
Output	N im Lebendmassezuwachs	29	26	19
Saldo		221	106	1
Verluste	Nitratauswaschung	21	31	20
	gasförmige Verluste	?	?	?

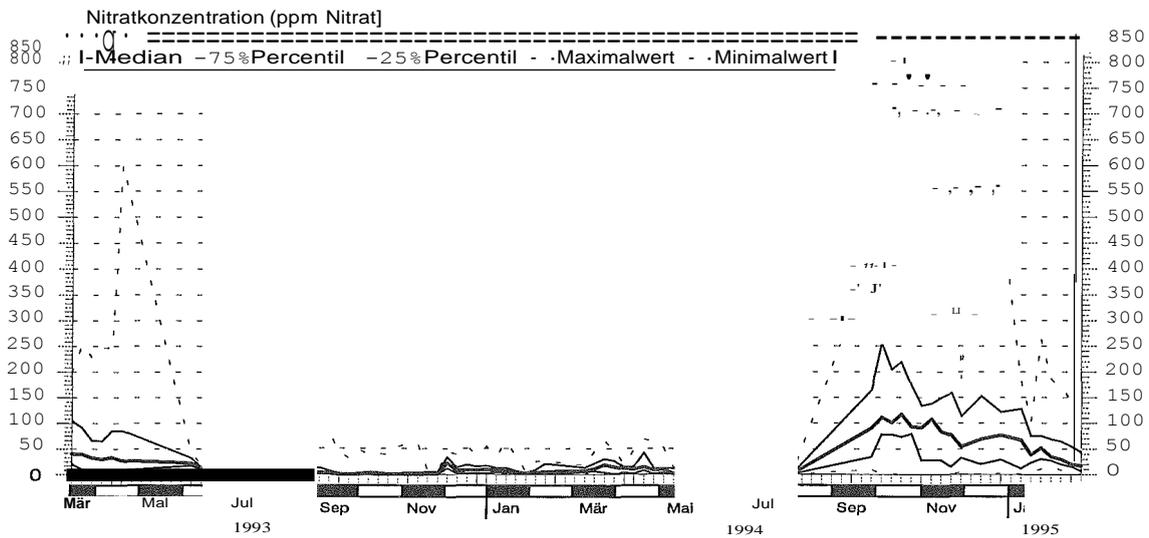


Abb. 4: Variabilität der Nitratkonzentrationen in der Bodenlösung unter Variante 1 des Weideversuches in 20 cm Tiefe

Die Nitrataustragsmengen der einzelnen Intensiv-Meßpunkten sind durch erhebliche Variabilität gekennzeichnet, Abb.4 zeigt die Variabilität innerhalb der Variante 1 in 20 cm

Tiefe. Wesentliche Ursache hierfür ist die flächenhaft heterogene Rücklieferung von Exkrementstickstoff durch die Weidetiere.

Am Untersuchungsstandort konnten, eventuell aufgrund des hohen Denitrifikationspotentials des Standortes, mit der angewendeten Methode nur geringe Nitratauswaschungen zwischen 20 kg N/ha\*a und 31 kg N/ha\*a nachgewiesen werden. Die Varianten unterschieden sich nur wenig.

### Zusammenfassung

Durch Kalibrierung und Validierung des Simulationsmodells SWATRER konnte der Bodenwasserhaushalt der Versuchsflächen und deren Sickerwassermenge treffgenau ermittelt werden. Die experimentelle Applikation von Weidetierexkrementen erhöhte die Nitratauswaschung gegenüber nicht von Exkrementen betroffenen Flächen erheblich. Im Weideversuch zeigten sich bei abgestufter Bewirtschaftungsintensität erhebliche Salden der Stickstoffflächenbilanzen. Trotzdem konnten nur geringe Variantenunterschiede im Nitrataustrag nachgewiesen werden. Als Erklärung können die hohe Denitrifikationskapazität des Standortes und methodische Aspekte vermutet werden.

### Literatur

- BENKE, M. (1992): Untersuchungen zur Nitratauswaschung unter Grünland mittels der Saugkerzen-Methode in Abhängigkeit von der Nutzungsart (Schnitt/Weide), der Nutzungshäufigkeit, der Bestandeszusammensetzung (mit/ohne Weißklee) und der Stickstoffdüngung, Diss. Univ. Kiel
- DIERCKX, **J.**; BELMANS, C.; PAUWELS, P. (1986): SWATRER - a computer package for modelling the field water balance, Reference manual, Lab. of soil and water engineering, faculty of agricultural sciences, Leuven, Belgium
- KLEMPT, L. (1991): Zum Problem des Nitrataustrags bei unterschiedlich intensiver Weidewirtschaft, Diplomarbeit Univ. Göttingen
- KLEMPT, L.; NEUENDORFF, **J.**; TENHOLTERN, R.; SCHRÖDER, C.; SPATZ, G. (1991): Variabilitäten und Ursachen bei der flächenhaften Messung des Nitrataustrags in der Weidewirtschaft, VDLUFA-Schriftenreihe, 33 Kongressband 1991, 773- 778
- SPATZ, G.; NEUENDORFF, **J.**; PAPE, A.; SCHRÖDER, C. (1992): Zur Stickstoffdynamik unter Exkrementflecken bei Weidegang, Z. Pflanzenernähr. Bodenk., 155, 301 - 305
- VAN DER MEER, H.G.; VAN UUM·VAN LOHUYZEN, M.G. (1986): The Relationship between Inputs and Outputs of Nitrogen in intensive Grassland Systems, in: van der Meer, H.G.; Ryden, J.C.; Ennik, G.C. (eds.), Nitrogen Fluxes in intensive Grassland Systems, Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1 - 18

## Einfluß der Güllebehandlung auf Emissionen ldimarelevanter Gase und einige Inhaltsstoffe während der Lagerung

U. Kraft und H. Jacob \*

### Einleitung - Problemstellung

In Deutschland werden jährlich ca. 700.000 t  $\text{NH}_3\text{-N}$  in die Luft emittiert (AHLGRIMM, 1995). Ammoniak ist nicht direkt klimawirksam, trägt aber innerhalb des N-Kreislaufes durch Eutrophierung und Versauerung zur Schädigung natürlicher und naturnaher Ökosysteme bei (SIMM, 1993) und verstärkt deren Freisetzung von  $\text{NO}_x$  und vor allem  $\text{N}_2\text{O}$ . Hauptverursacher ist die mit der intensiven Nutztierhaltung einhergehende Güllewirtschaft (UMWELT-GUTACHTEN, 1994). Die Tierhaltung ist auch für den größten Teil der  $\text{CH}_4$ -Emissionen aus der Landwirtschaft Mitteleuropas verantwortlich (BURDICK, 1994), das als eines der wichtigsten klimawirksamen Spurengase angesehen wird (AHLGRIMM, 1995). In Deutschland gelten als wesentliche Quellen die Methanproduktion der Wiederkäuer und die Methanemission aus tierischen Exkrementen. Für die emittierte Menge aus Flüssigmist existieren nur grobe Schätzwerte, zumal die Emission aus dieser Quelle sehr stark von der Behandlung der Exkremente während der Lagerung abhängt. Da die methanogenen Mikroorganismen strenge Anaerobier sind, nimmt die Bildung von  $\text{CH}_4$  durch Güllebelüftung ab (Enquete-Kommission, 1994). Je nach Verfahren kann mit der Belüftung allerdings ein erheblicher N-Verlust einhergehen (STRAUCH et al., 1977). SCHECJ-ITNER (1993) weist in diesem Zusammenhang darauf hin, daß bei schonender Belüftung die N-Verluste nur gering sind. STEFFENS et al. (1990) untersuchte den Einfluß von diversen Zusätzen auf die  $\text{NH}_3$ -Emission während der Güllelagerung und stellte fest, daß Mikroorganismen hemmende Mittel diese reduzieren. Die vorhandenen fachlichen Unterlagen sind jedoch völlig unzureichend und zum Teil stark mit Widersprüchen belastet.

Vor allem folgende Fragen sind dringend aufklärungsbedürftig:

- chemische Veränderungen der Gülle in Abhängigkeit von der Behandlung
- Höhe der  $\text{NH}_3$ -Verluste durch Belüftung und ihre mögliche Eindämmung durch Zusätze
- Wirkung von schonender Belüftung und Zusätzen auf  $\text{CH}_4$ - und  $\text{CO}_2$ -Emissionen

Diesen Fragen sollte mit Hilfe eines in sich geschlossenen Systems nachgegangen werden, mit dem die  $\text{NH}_3$ -Verluste lückenloserfaßbar sind. Die Messung der  $\text{CH}_4$ - und  $\text{CO}_2$ -Emissionen wurde am Inst. f. Bodenökologie der GSF in Neuherberg durchgeführt.

---

\* Universität Hohenheim, Inst. f. Pflanzenbau und Grünland (-340-), Fruwirthstr.23, 70593 Stuttgart

## Material und Methoden

Versuchsanlage:	split-plot	
Hauptfaktor: Belüftung		Unterfaktor: Zusatzstoff
1. belüftet		1. Bio-Algeen
2. unbelüftet		2. Alzogur
		3. Penac G
		4. Kontrolle (ohne Zusatz)
Wiederholungen:	5	
<u>Aufbereitung der Gülle:</u>	Kleinbehälter à 60 l	
Belüftungsmodus:	Intermittierend (Druckbelüftung)	
Aufbereitungszeit:	8 Wochen	

Die verwendeten Zusatzstoffe wurden nach den Angaben der Hersteller in den Flüssigmist (Rindergülle) eingebracht. Die Ermittlung der  $\text{NH}_3$ -Verluste erfolgte durch Auffangen in verd.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  und anschließender photometrischer Bestimmung, die  $\text{CO}_2$ - und  $\text{CH}_4$ -Konzentrationen wurden gaschromatographisch ermittelt.

## Ergebnisse

Belüftung führt in jedem Fall zu signifikant höheren pH-Werten, während die geprüften Zusatzmittel ohne gesicherten Einfluß bleiben.

Der TS-Gehalt nimmt in den belüfteten gegenüber den unbelüfteten Varianten eindeutig ab, wodurch die Fließfähigkeit der Gülle verbessert, mithin N-verlustärmere Ausbringungstechniken möglich werden. Bei TS-Gehalten  $<5\%$  kommt dem TS-abbauenden Effekt der Belüftung allerdings nur noch untergeordnete Bedeutung zu. Gegenüber zusätzloser Gülle führen die *Alzogur*- und *Bio-Algeen*-Varianten zu geringeren Abbauraten der TM.

Belüftung erhöht den  $\text{NH}_3$ -N-Gehalt in der Gülle signifikant, was die Umweltbelastungen durch Gülle weiter verstärken kann. *Alzogur* läßt ihn zusätzlich ansteigen. Offenbar wird das im *Alzogur* enthaltene Cyanamid zu Ammonium abgebaut. Die übrigen Zusatzstoffe bleiben ohne Einfluß.

Der  $\text{N}_T$ -Gehalt wird bei den belüfteten Varianten stärker vermindert (bis 4,6%) als bei den unbelüfteten (bis 1,6%). *Alzogur* erhöht den Gehalt an Gesamtstickstoff deutlich, zumal es zu 49% aus Cyanamid besteht. Der Einfluß der übrigen Zusatzmittel ist dagegen gering.

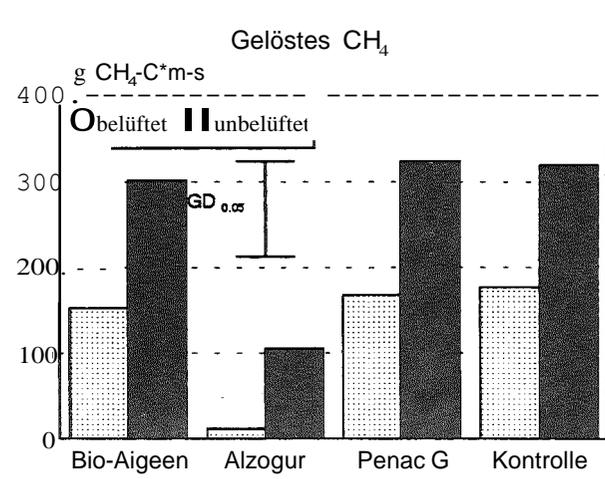
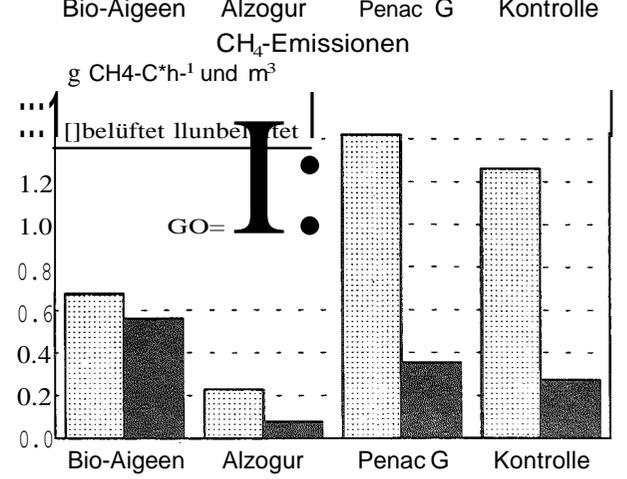
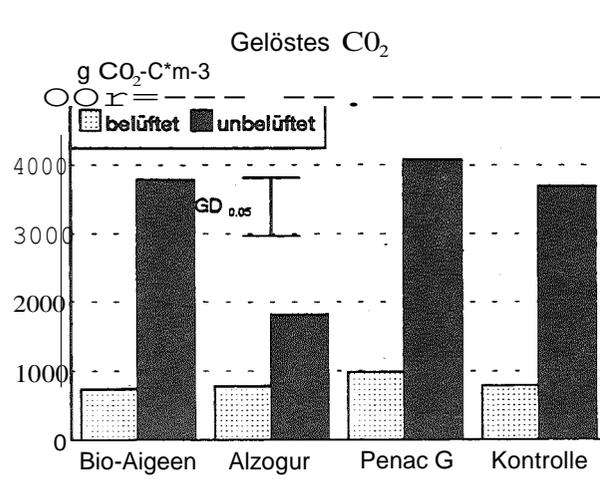
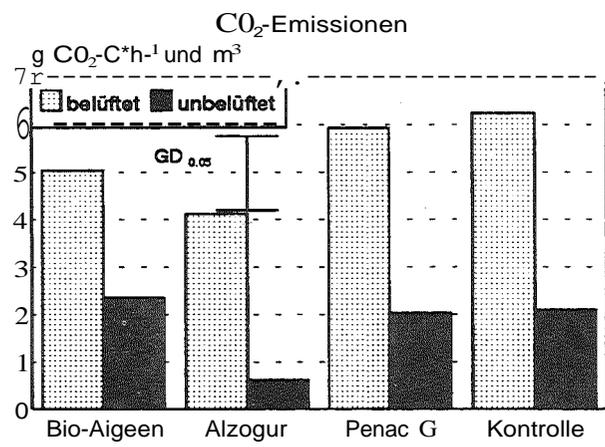
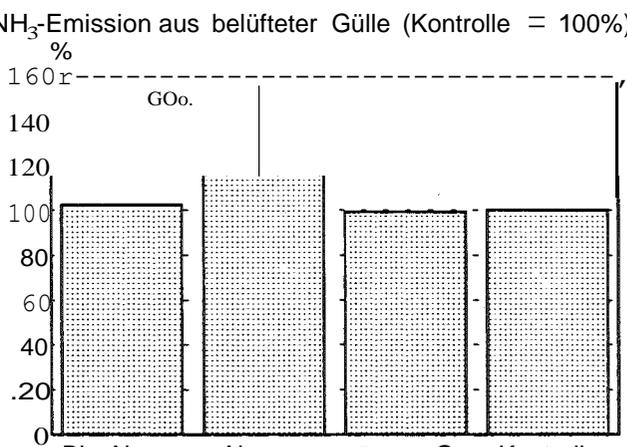
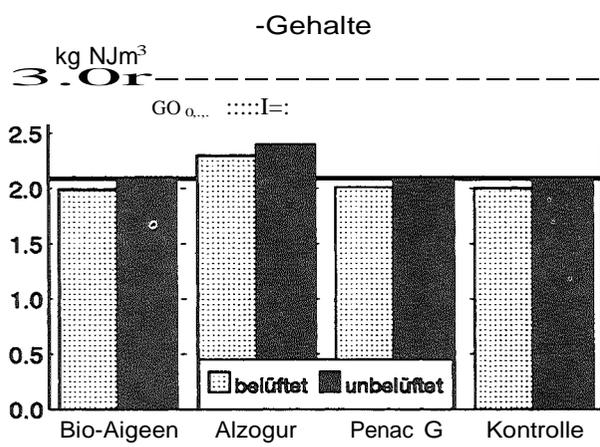
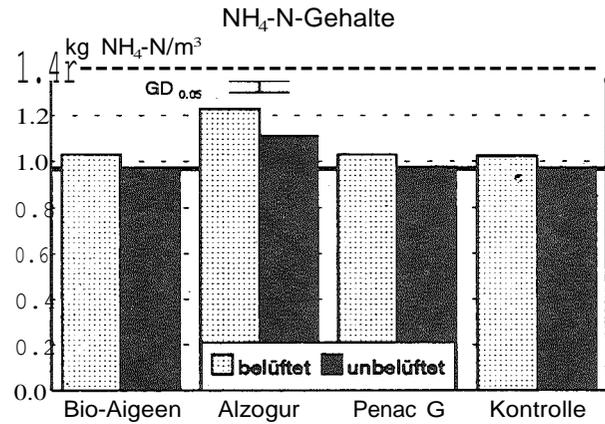
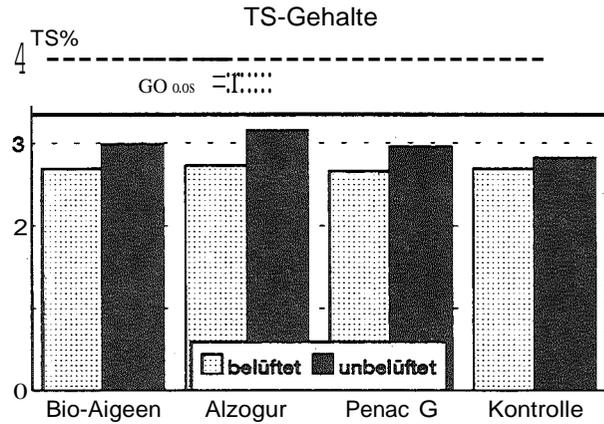
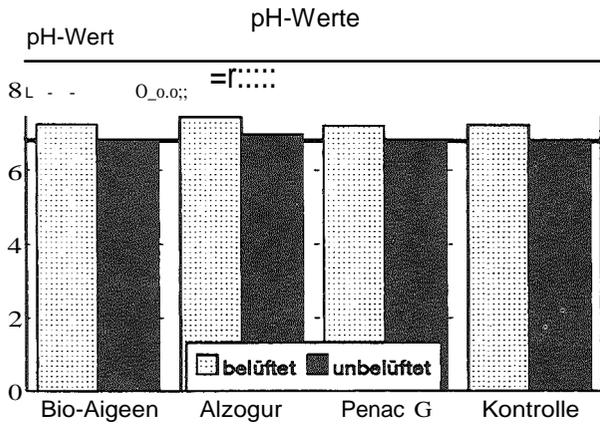
Die bei Güllebelüftung auftretenden  $\text{NH}_3$ -Verluste werden durch *Alzogur* noch weiter verstärkt. Die restlichen Zusätze sind diesbezüglich ohne Wirkung.

Die bei Güllelagerung auftretende  $\text{CO}_2$ - und  $\text{CH}_4$ -Emissionen werden durch eine intermittierende, schwache Belüftung, die einem pneumatischen Rühren gleichkommt, noch weiter verstärkt. Die Feststellung, daß in den unbelüfteten Varianten weit mehr  $\text{CO}_2$  und  $\text{CH}_4$  in gelöster Form vorliegt, als in den belüfteten, deutet darauf hin, daß diese Gase durch die Belüftung ausgetrieben werden. Offensichtlich wirkt eine geschlossene Schwimmdecke, wie

sie bei unbelüfteter Rindergülle aufzutreten pflegt, der Emission entgegen. *Alzogur* wirkt hemmend auf die Zersetzer und führt eindeutig zu niedrigeren Abgaben. Die gemessenen Unterschiede der CH<sub>4</sub>-Emissionen zwischen den Varianten *Bio-Algeen* belüftet-unbelüftet einerseits und *Alzogur* belüftet-unbelüftet andererseits zeigen zwar klare Tendenzen, konnten aber aufgrund der verhältnismäßig starken Streuung der Analyseergebnisse statistisch nicht abgesichert werden.

### **Literatur**

- AHLGRIMM, H.-J. (1995): Beitrag der Landwirtschaft zur Emission klimarelevanter Spurengase. *Landbauforschung Völkenrode*, 45. Jhg. (1995), Heft 4, 191-204.
- BURDICK, B. (1994): *Klimaänderung und Landbau*. Verlag C.F. Müller Heidelberg.
- ENQUETE-Kommission, (1994): *Schutz der Grünen Erde. Klimaschutz durch umweltgerechte Landwirtschaft und Erhalt der Wälder*. Economica Verlag.
- SCHECHTNER, G. (1993): Erfolgsaussichten der Güllebelüftung im Grünlandbetrieb. *BAL Gumpenstein*, Heft 18, 1-77.
- STEFFENS, G., A. KLASINK und F. LORENZ (1990): Ammoniakfreisetzung aus Flüssigmistlagerbehältern und nach Gülleausbringung bei unterschiedlichen Güllezusätzen. Aus: *Ammoniak in der Umwelt*. Gemeinsames Symposium vom 10.-12. Oktober 1990. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) Braunschweig-Völkenrode. Beitrags-Nr. 36.
- STRAUCH, D., W. BAADER und C. TIETJEN (1977): *Abfälle aus der Tierhaltung*. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- SIMM, M. (1993): *Bild der Wissenschaft* 12, 70-75.
- UMWELTGUTACHTEN (1994): *Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen*. Metzler-Poeschel Stuttgart.



## Der Bodensamenvorrat von extensiv genutzten Niedermoorweiden im Havelländischen Luch und an der Unteren Havel

T. Kaiser und U. Lieske \*

### Einleitung

Durch die sog. Komplexmelioration in Ostdeutschland in den 60er bis Mitte der 70er Jahre wurden große Teile ehemaligen Feuchtgrünlandes in artenarmes Saatgrasland umgewandelt. Nach der Wende 1989 zwang der drastisch reduzierte Tierbesatz zu einer wesentlich extensiveren Grünlandnutzung.

Bei jeder Nutzungsänderung ist es aufschlußreich zu wissen, welches Artenpotential eventuell noch aus früheren Nutzungsperioden im Bodensamenvorrat ruht. Bereits vor über 100 Jahren wurden von PETER (zit. bei POSCHLOD & BINDER, 1991) Untersuchungen über aufgeforstete Ackerstandorte veröffentlicht, bei denen noch nach Jahrzehnten die Ackerunkrautflora in der Bodensamenbank nachgewiesen werden konnte.

### Material und Methoden

Die Untersuchungsflächen liegen im Havelländischen Luch bei Paulinenaue und im Polder Große Grabenniederung an der Unteren Havel nördlich der Kreisstadt Rathenow. In der Tab. 1 sind die Standorte näher charakterisiert. Das Havelländische Luch wurde bereits in den 60er Jahren der Komplexmelioration unterworfen. Der überwiegende Teil der Flächen ist mehrfach umgebrochen und mit Neuansaat bestellt worden. Die als Vergleichsvariante einbezogene Naturschutzfläche "Enzianwiese" gehört zu den ganz wenigen nicht umgebrochenen Grünlandflächen in diesem Gebiet und zeigt noch reliktsch den Vegetationstyp der Pfeifengraswiese, eine Pflanzengesellschaft, die nach PASSARGE (1957) noch bis Mitte der 50er Jahre für das Havelländische Luch typisch war. Das Gebiet an der Unteren Havel wurde erst in den 70er Jahren komplex melioriert. Überflutungsgrasland wurde eingepoldert und nach und nach intensiv im Verfahren des Saatgrasbaus bewirtschaftet (vgl. HAASE, 1994/95). Nur wenige Flächen alten Kirchenlandes blieben vom Umbruch ausgenommen (siehe Koppeln P47 und P81 in Tabelle 1).

### Probenahme:

Von allen beschriebenen Untersuchungsflächen wurden im Sept. 1994 mit dem Spaten 10 cm tiefe Bodenquader ausgestochen. Nach Kantenvermessung zur Volumenbestimmung wurden die Quader zerkleinert und Wurzeln und vegetative Verbreitungseinheiten heraus gesammelt. Anschließend erfolgte in einem Meßbecher eine erneute Volumenbestimmung. Jeweils 500 cm<sup>3</sup> des Bodens wurden in Saatschalen gefüllt und über den Zeitraum von 20 Monaten hinsichtlich gekeimter Samen untersucht. Von September bis Mai blieben die Saatschalen mit aufgesetztem Klarsichtdeckel in einem Kaltgewächshaus. Den Sommer über standen sie unter dichter Gaze im Freiland. Der Boden in den Saatschalen wurde im Laufe der Untersuchungen mehrfach gewendet. Durch die volumenbezogene Probenahme war eine Umrechnung in den in der Fachliteratur üblichen Zahlenwert Bodensamen je m<sup>2</sup> möglich.

Tab. 1: Charakterisierung der Untersuchungsflächen

Untersuchungsfläche	Bodenform	mittlere Feuchtezahl	Grünlandumbruch	gegenwärtige Bewirtschaftung	Vegetationstyp
1. Havelländisches Luch					
1.1 Drei Weideköppeln mit ausgeprägter Mikrorelieffierung	Flaches bis mittelmächtiges Versumpfungsniedermoor über Talsand, Kuppen: Sand-Humus-Gley	5,1 (Kuppen) bis 7,3 (Senken)	ja (zuletzt 1987)	Extensivweide	Quecken-Saatgrasland, untere Reliefstufe: <i>Ranunculo repentis-Alopecuretum geniculati</i> und <i>Phalaridetum arundinaceae</i> , mittlere bis obere Reliefstufe: <i>Molinio-Arrhenatheretea ruderalis</i> mit Arten der <i>Artemisietea-</i> und <i>Sisymbrium-Ges.</i>
1.2 Naturschutzfläche "Enzianwiese"	wie unter 1.1	6,4	nein	1xjährliche September-Mahd	<i>Molinion caeruleae</i> (verschilft)
2. <u>Große Grabenniederung an der Unteren Havel</u>					
2.1 Koppel P43	Mittelmächtiges Überflutungsmoor über Auenlehm	8,0	ja (vor 1989)	Extensivweide	Saatgrasland Entwicklung zum <i>Ranunculo repentis-Alopecuretum geniculati</i>
2.2 Koppel P47	Mittel- bis tiefmächtiges Überflutungsmoor über Auenlehm	7,7	nem	extensive Mähweide	<i>Caricetum gracilis</i>
2.3 Koppel P82	Marmorierter Auenlehm (Pseudogley-Auenboden) im Wechsel mit marmoriertem Deckauenlehm	5,5	ja (1992)	Intensivweide	Saatgrasland (Weidelgras/Weißklee-Ansaat)
2.4 Koppel P81	Marmorierter Auenlehm (Pseudogley-Auenboden)	5,3	nein	extensive Mähweide	<i>Cnidio-Alopecuretum pratensis</i>

Von den Untersuchungsflächen wurden 1994 Vegetationsaufnahmen nach der erweiterten Boniturskala von BRAUN-BLANQUET angefertigt. Bei der Naturschutzfläche "Enzianwiese" wurde auf Vegetationserhebungen von BAECK (Merkblatt der LVGF Paulinenaue, 1994) zurückgegriffen. Von den Untersuchungsflächen wurden 1994 Vegetationsaufnahmen nach der erweiterten Boniturskala von BRAUN-BLANQUET angefertigt. Bei der Naturschutzfläche "Enzianwiese" wurde auf Vegetationserhebungen von BAECK (Merkblatt der LVGF Paulinenaue, 1994) zurückgegriffen.

### Ergebnisse

Die Häufigkeitsanteile in der Bodensamenbank waren sehr artspezifisch. Ein Zusammenhang mit den Artanteilen in der Vegetation war meist nicht gegeben. Signifikante Korrelationen bei Brennessel-Beständen, Rohrglanzgrasröhrichten und Flutrasen kamen hauptsächlich durch die hohen Anteile von Großer Erennessel bzw. Knickfuchsschwanz im Bodensamenvorrat zustande.

Die Samenzahl je m<sup>2</sup> wies auf den Niedermoorstandorten mit Ausnahme der Naturschutzfläche sehr hohe Werte auf (ca. 10000 bis 28000 Samen je m<sup>2</sup>). Auf den Auenlehmstandorten war sie dagegen deutlich niedriger (ca. 6000 bis 8000 Samen je m<sup>2</sup>). Dies hängt vermutlich damit zusammen, daß die Samen in den Auenlehm schwerer eindringen können. Allerdings muß diese Bodenart gut konservierende Eigenschaften besitzen, denn die von der Vegetation her sehr artenarme Weidelgras/Weißklee-Fläche P82 wies allein 56 Arten im Bodensamenvorrat auf. Darunter waren viele Arten, die aus früheren Nutzungsperioden stammen müssen.

Der Therophytenanteil im Artenspektrum des Samenvorrates war stets auf den Saatgraslandflächen gegenüber der jeweiligen umbruchlosen Vergleichsvariante höher. Allein ein Drittel bis ein Viertel des Samenvorrates aus den Böden der Niedermoorweiden im Havelländischen Luch bestand aus therophytischen Arten.

Zwischen dem Bodensamenvorrat im Havelländischen Luch und dem an der Unteren Havel gab es beträchtliche Unterschiede, vornehmlich im Anteil der Arten, die nicht in der aktuellen Vegetation der Untersuchungsfläche vorkamen. Die Weideflächen im Havelländischen Luch wiesen lediglich in der Artengruppe der Binsengewächse einen nennenswerten Anteil an Arten auf, die nicht in der aktuellen Vegetation auftraten. Anders dagegen in der Großen Grabenniederung: Hier hatten auch die Saatgraslandflächen einen hohen Anteil an Arten, die nur im Samenvorrat zu finden waren, sei es nun auf Niedermoor- oder auf Auenlehmboden, und zwar vorrangig in den Artengruppen der Seggen, Binsengewächse, des Feuchtgrünlandes und der Flutrasen. Dies deutet auf die früheren Nutzungs- und Standortbedingungen in diesem Gebiet. Als Erklärungsmöglichkeit für diese Ergebnisse kommt zum einen die unterschiedliche Dauer der intensiven Nutzungsperiode in Frage. Offenkundig wird durch die intensive landwirtschaftliche Nutzung mit periodischen Umbrüchen der Bodensamengehalt aus vergangener Zeit sehr schnell reduziert. Auf der anderen Seite kann auch der höhere Ton- und Schluffanteil in den Überflutungsmooren und im Auenlehm eine Rolle gespielt haben.

In der Tabelle 2 sind die Rote-Liste-Arten des Bodensamenvorrates sowie deren Anzahl Samen je m<sup>2</sup> zusammengetragen. Es zeigte sich auch hier die ähnliche Tendenz: deutlich höhere Anteile gefährdeter Arten in der Großen Grabenniederung (auch auf dem Saatgrasland) als auf den Weidekoppeln im Havelländischen Luch.

Hinsichtlich der Unkrautsamen im Boden wurden auf den Weideflächen im Havelländischen Luch folgende Beobachtungen gemacht: *Cirsium arvense* und *Urtica dioica* sind Arten, die auf Niedermoorgrünland der oberen Reliefstufen unter sehr extensiver Bewirtschaftung eine ausgeprägte Rochstaudenvegetation bilden können. In der Samenbank spiegelte sich dies jedoch sehr ungleich wieder. Während *Cirsium arvense* auch bei hoher Artmächtigkeit nur vergleichsweise wenige keimfähige Samen im Boden aufrechterhalten konnte (bis 290 Samen je m<sup>2</sup>), waren es bei *Urtica dioica* beträchtliche Bodensamenmengen (bis 8350 Samen je m<sup>2</sup>). *Rumex obtusifolius* konnte stellenweise ein bedenkliches Samenpotential aufbauen (1630 Samen je m<sup>2</sup>). Die Samen von *Ranunculus sceleratus* waren vornehmlich in den Senken zu finden (dort ca. 350 Samen je m<sup>2</sup>).

Tab. 2: Anzahl Samen je m<sup>2</sup> der Rote-Liste-Arten des Landes Brandenburg (unterstrichene Zahlen= nur im Bodensamenvorrat der jeweiligen Fläche vorkommende Arten)

Artname	Gef.- Grd.	Havelländ. Luch		Große Grabenniederung			
		Weide	Naturs.	P43	P47	P82	P81
<i>Achillea ptarmica</i>	3				10		
<i>Carex panicea</i>	3	3		2	261	2	8
<i>Carex vesicaria</i>	3				10	107	145
<i>Cnidium dubium</i>	2				8		
<i>Gratiola officinalis</i>	3					122	
<i>Inula britannica</i>	3	12	36				
<i>Leucanthemum vulgare</i>	3					19	134
<i>Linum catharticum</i>	3		41				
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	3		154	9	470	61	134
<i>Senecio aquaticus</i>	3					<b>1</b>	<b>1</b>
<i>Veronica scutellata</i>	3		<b>1</b>	202	811	40	772
<i>Viola stagnina</i>	2				17	90	177
<i>Stellaria palustris</i>	3			10	8		

## Literatur

- HAASE, P. (1994/95): Die Entwicklung der Landnutzung an der Unteren Havel.- Naturschutz u. Landschaftspflege in Brandenburg Heft 411, S. 4- 11
- Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland- und Futterwirtschaft Paulinenaue (1994): Auswirkung extensiver Mähnutzung auf den Pflanzenbestand eines Niedermoores. - Merkblatt Nr. 6
- Passarge, H. (1957): Vegetationskundliche Untersuchungen in der Wiesenlandschaft des nördlichen Havellandes. - Seddes, Repertorium sperierum novarum regni vegetabilis. Beiheft 137, Beiträge zur Vegetationskunde 2, S. 5- 55
- Poschlod, P.& Binder, G. (1991): Die Bedeutung der Diasporenbank in Böden für den botanischen Arten- und Biotopschutz - Literaturlauswertung und Forschungsdefizite . - In: K. HENLE & G. KAULE (Hsg.): Arten- und Biotopschutzforschung für Deutschland. - Berichte aus der Ökologischen Forschung 4, S. 180- 192

## Neue Informationstechnologien für den Wissenstransfer - Herausforderung für Wissenschaft, Beratung und Praxis

J. Lex<sup>\*</sup>

### Einleitung

Neben den Printmedien treten in letzter Zeit elektronische Medien in den Mittelpunkt des Interesses bei der Informationsvermittlung. Insbesondere Datennetze wie z.B. das Internet haben sich bereits einen festen Platz in der wissenschaftlichen Informationsverbreitung erobert und wecken durch das exponentielle Wachstum der Nutzerzahlen auch zunehmend das Interesse von Dienstleistungsanbietern. Die Vorteile sind offensichtlich:

- Hohe Aktualität des verfügbaren Wissens
- Einfach bedienbare Werkzeuge
- Ubiquitäre Datenverfügbarkeit
- Multimediales Informationsangebot (World Wide Web)

In Nordamerika wird das Internet in der landwirtschaftlichen Ausbildung und Beratung bereits in einem größeren Ausmaß eingesetzt als in Deutschland. Hier ist der Transfer landwirtschaftlichen Wissens über elektronische Medien außerhalb der Universitäten erst im Aufbau. Es fehlt dabei sowohl an Inhalten als auch an der notwendigen Infrastruktur. Ziel dieses Beitrages soll nicht nur eine kurze Darstellung der Informationsstrukturierung im Internet sein sondern es sollen Anregungen für eine effektive Nutzung verteilten Wissens aufgezeigt werden.

### Verteiltes Wissen und Datennetzwerke

Das verteilte Wissen aller Experten, Berater und Produzenten im landwirtschaftlichen Bereich wird von *Holt und Sonka, 1995* mit dem Begriff 'Virtual Agriculture' umschrieben. Verteiltes Wissen ist dabei nicht per se an den Einsatz von vernetzten Computern mit Online-Anschluß gebunden. Zahlreiche gedruckte Informationsdienste und Beratungsinformationen, die auf Disketten oder CD-ROM verteilt werden, beweisen dies. Die Überlegenheit von Wissenstransfer über Computer in Datennetzen liegt jedoch in der hohen Aktualität sowie der zeit- und ortsunabhängigen Zugänglichkeit.

Gemessen an der Teilnehmerzahl steht das Internet an der Spitze aller überregionalen Netzwerke. Im Gegensatz zu anderen Online-Diensten wie Compuserve, America Online oder T-Online gibt es jedoch keinen Netzbetreiber im eigentlichen Sinn. Das Internet besteht aus tausenden, miteinander verbundenen Teilnetzen. Ursprünglich als Kommunikationsnetz des US Militärs konzipiert, schlossen sukzessive immer mehr Universitäten, Forschungsinstitute, Behörden und Unternehmen ihre lokalen Netzwerke an das Internet an. Mittlerweile bieten auch alle o.g. Online-Dienste Gateways zur kostenpflichtigen Nutzung des Internet an. Anschluß an das Internet bedeutet für den einzelnen Benutzer, daß er Verbindungen zu mehr als 7 Mio Rostcomputern und zu mehr als 30 Mio Anwendern weltweit hat. Das Internet stellt damit das physikalische Gerüst für einen globalen Informationsraum (Cyberspace) dar, dessen Informationsdienste über verschiedene Werkzeuge genutzt werden können.

---

Informations- und Dokumentationszentrum Weihenstephan (IDW), D-85350 Freising,  
Email: lex@cdv.agrar.tu-muenchen.de  
Die Vortragsfolien sind im Format Powerpoint 7.0 im Internet unter  
<http://www.cdv.agrar.tu-muenchen.de/idw/pubindex.html> verfügbar

## InternetInformationssysteme

### Verfügbare Dienste

An dieser Stelle soll nur auf die zwei wichtigsten Dienste, die Elektronische Post (EMail) und das World Wide Web (WWW) hingewiesen werden. Erstere dient zum Versenden von Textnachrichten, Dateien an einen oder mehrere Benutzer über ein Datennetzwerk. Dabei identifizieren sich der Sender und der Empfänger durch eine weltweit eindeutige Adresse aus "Benutzername@Rechnername", z.B. lex@edv.agrar.tu-muenchen.de.

Das WWW hatte wegen seiner Hypertextfunktionalität und den multimedialen Eigenschaften in den letzten vier Jahren das stärkste Wachstum bei den Nutzerzahlen zu verzeichnen. Hypertext bedeutet, daß per Mausklick auf eine markierte Textstelle oder ein Bild ein neues Dokument am Bildschirm angezeigt wird. *Lex et al. (1994)* geben einen kurzen Überblick über verfügbare Informationsdienste und Werkzeuge.

### Wie erhalte ich Anschluß an das Netz?

Neben der notwendigen Hardware (empfohlen ist mindestens ein Personal Computer ab Intel 80486 Prozessor oder Macintosh mit graphischer Benutzeroberfläche (z.B. MS Windows)) ist ein physikalischer Zugang zum Netz erforderlich. Wer nicht Mitglied einer Universität oder Forschungseinrichtung ist, die bereits Zugang zum Wissenschaftsnetzinternet hat, sollte sich an einen Online-Service-Provider oder die Deutsche Telekom (T-Online) wenden. Über ein Modem oder eine ISDN-Karte und die vorhandene Telefonleitung wird der eigene Rechner mit dem Provider oder T-Online verbunden und damit der Zugang zum Internet hergestellt. Die notwendige Software zur Darstellung der Informationen am Benutzerrechner wird in der Regel kostenlos über den Provider bereitgestellt oder ist in vielen Betriebssystemen bereits enthalten. Als Kosten fallen neben den normalen Telefongebühren zusätzliche zeit- oder volumenabhängige Gebühren (z.B. bei T-Online derzeit zwischen 5 und 19 Pf./min, je nach Tageszeit und Dienst) an.

### Angebot und Nachfrage auf der Datenautobahn

Die nachfolgende Gliederung stellt kein starres Gerüst für die Informationsstrukturierung in Datennetzen dar. Es gibt fließende Übergänge zwischen den einzelnen Bereichen. Das Angebot und die Nachfrage nach Daten gestaltet sich vielfältig. Die Gliederung dieses Informationsraumes läßt sich sowohl nach Inhalten als auch nach Nutzergruppen vornehmen, wobei es Interaktionen zwischen Inhalten und Zielgruppen gibt. So haben Literaturdatenbanken oder Bibliothekskataloge bisher hauptsächlich den wissenschaftlichen Benutzerkreis als Zielgruppe. Dagegen können elektronische Publikationen auch für Beratung und landwirtschaftliche Produzenten von Bedeutung sein. Eine ausführliche Gliederung ist bei *Lex (1995)* dargestellt.

### Textdatenbanken und Bibliothekskataloge

Während Literaturdatenbanken (z.B. AGRIS, ELFIS, CAB Abstracts, AGRICOLA etc.) schon seit Jahren in elektronischer Form vorliegen und in letzter Zeit zusätzlich als CDROM-Versionen auf den Markt kamen, waren Bibliothekskataloge aus technischen und organisatorischen Gründen oft nur auf Microfiches oder Karteikarten verfügbar. Mittlerweile gibt es in diesen Bereichen benutzerfreundliche Systeme mit graphischer Benutzeroberfläche und einfach zu erlernender Retrievalsprache. Dazu zählt auch das Bibliothekssystem Omnis/Myriad, mit dem beispielsweise Grünland-Literaturdatenbanken über das WWW recherchiert werden können (<http://www.edv.agrar.tu-muenchen.de/idw>). Einen Überblick

über deutschsprachige und internationale Bibliothekskataloge bietet u.a. das DAINet. (<http://www.dainet.de>).

### Elektronische Publikationen

Integrierte Informationssysteme mit graphischer Benutzeroberfläche (z.B. WWW) schufen die Voraussetzung für Publikationen im Netz, die in der Qualität des Layouts den gedruckten Veröffentlichungen nicht nachstehen. *Brüggemann-Klein (1995)* definiert das elektronische Publizieren als Informationskette, bei der die Prozesse Erstellung durch die Autoren, Begutachtung, Aufbereitung im Verlag und Nutzung durch den Leser ohne Medienbruch verbunden werden. Vielfach basieren elektronische Publikationen jedoch auf bereits bestehenden, gedruckten Zeitschriften, die vom Verlag zusätzlich auf elektronischen Medien angeboten werden. Die elektronische Form ist oftmals vor dem Erscheinen der gedruckten Form online verfügbar.

Die Hauptvorteile des elektronischen Publizierens gegenüber den Printmedien sind die kurze Zeitspanne bis zur Veröffentlichung und die weltweite Verfügbarkeit bei gleichzeitig geringen Kosten. Die Verfügbarkeit des Textes in elektronischer Form beim Benutzer zur Weiterverarbeitung (Druck, Textverarbeitung) ist weiterer wichtiger Vorteil. Das Spektrum elektronischer Publikationen reicht von Zeitschriften (ohne oder mit Begutachtung) über Forschungsberichte und Beratungsinformationen bis hin zu Vorlesungs- und Seminarskripten die online angeboten werden. Zugangsbeschränkungen werden vielfach eingesetzt, um den Urheberschutz bei hochwertigen und teuren Informationen zu gewährleisten.

Das Bayerische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten bietet ab September 1996 über seinen WWW-Server (<http://www.stmelf.bayern.de>) Beratungsinformationen zu den Themen Tierzucht, Pflanzenbau und Pflanzenschutz sowie Ernährung an.

### Email, Schwarze Bretter, Newsgroups, Listserver

Kennzeichnend für diese heterogene Gruppe von Informationsdiensten ist, daß sie der Übertragung von inhaltlich nach Themengebieten gegliederten Informationen zwischen zwei oder mehreren Netzteilnehmern dient. Der Schwerpunkt liegt hierbei im raschen Austausch von Expertenwissen und weniger der äußeren Form. Listserver stellen eine Erweiterung des 1:1-Email-Dienstes zum 1:n-Dienst dar, bei dem einzelne Mitteilungen an eine beliebige Teilnehmerzahl weitergeleitet werden. Usenet News mit ihrer Vielzahl von Newsgroups haben eine ähnliche Zielsetzung wie Listserver. Netzteilnehmer können auf diese Server zugreifen, Gruppen abonnieren und einzelne Mitteilungen lesen und selbst welche zur Veröffentlichung absenden. Ein Beispiel hierzu ist die Newsgroup [news://news.lrz-muenchen.de/weihenstephan.agrar.info](mailto:news://news.lrz-muenchen.de/weihenstephan.agrar.info) genannt werden, in der allgemeine landwirtschaftliche Themen aus dem deutschsprachigen Raum diskutiert werden können. Einen guten Überblick zu derartigen Diskussionsforen im Bereich Landwirtschaft gibt das DAINet oder das Metaverzeichnis Not-Just-Cows (<http://www.bib.wau.nl/agralin/drew/guide.html>).

### Fazit

Bestehende Informationskanäle wie Bildschirmtext oder Telefax werden durch neue Informationstechnologien zwar nicht ersetzt aber zumindest zurückgedrängt werden. Nur durch neue Technologien kann das wachsende Angebot an weltweitem Fachwissen effektiv genutzt werden. Aktuelle Information ist betriebswirtschaftlich wertvoll und mitentscheidend für den Wettbewerb, der schon heute von einer zunehmenden Internationalisierung geprägt ist. Um schnell und flexibel reagieren zu können muß sich als Konsequenz auch unser Wissenstransfer ändern. Die vorgestellten Informationssysteme stellen eine gute Ausgangs-

position hierzu dar. Für einen breiteren Einsatz außerhalb der Universitäten müssen aber noch zufriedenstellendere Lösungen für eine Reihe von Problemen gefunden werden:

- ei Verbesserung des deutschsprachigen Informationsangebotes in Datennetzen
- ei Erweiterung des zielgerichteten Angebots mit ökonomischem Nutzeffekt
- iii Verbesserung der Datensicherheit im Netz
- ei Wahrung des geistigen Eigentums
- Verbesserung der Ausbildung im Bereich neuer Informationstechnologien

Der Mangel an hochwertiger Information in deutscher Sprache ist ein derzeitiger Hauptschwachpunkt der Datennetzwerke. Wir müssen sofort damit beginnen, gut strukturierte Text- und Bildinformationen im Netz anzubieten. Es reicht dabei nicht aus, bisher gedruckte Information 1:1 ins Netzwerk zu übertragen, da die Informationsaufnahme dort anders verläuft. Kurze Texte mit ausgewählten Grafiken oder Bildern bei gleichzeitig kleiner Dateigröße sind gefordert. Die Datensicherheit ist ein wichtiger Gesichtspunkt, den es zu verbessern gilt. Besonders im Internet kann von Sicherheit der übertragenen Daten, z.B. für Bankgeschäfte, derzeit nicht ausgegangen werden. An der Entwicklung von Verschlüsselungstechniken wird jedoch intensiv gearbeitet. Der bis dato nicht vollziehbare Schutz des geistigen Eigentums von Dokumenten oder Software im Netz ist ein weiterer Hinderungsgrund für potentielle Informationsanbieter, solange keine Werkzeuge zur kontrollierten Abrechnung von abgerufenen Daten zur Verfügung stehen. Letztendlich gilt es auch unser Ausbildungsangebot an den Schulen und Universitäten den geänderten Rahmenbedingungen anzupassen. Die Nutzung neuer Informationstechnologien wird sich zum Allgemeingut entwickeln. Fördermaßnahmen auf diesem Gebiet wurden und werden von Bund und Ländern durch Initiativen wie Bayern Online, Bibliotheken ans Netz oder Schulen ans Netz gestartet.

## Literatur

Brüggemann-Klein, A., 1995: Wissenschaftliches Publizieren im Umbruch- Bestandsaufnahme und Perspektiven aus der Sicht der Informatik. Informatik Forschung und Entwicklung, v.10, p. 171-179

Holt, D. A. und Sonka, S. T., 1995: Virtual Agriculture: Developing and Transferring Agricultural Technology in the 21st Century. HTML-Dokument. In: <http://www.ag.uiuc.edu/virtagl.html>

Lex, J., 1995: Virtual Agriculture- Die Landwirtschaft in der Informationsgesellschaft Zeitschrift für Agrarinformatik, v. 4 (6), p. 125-130

Lex, J.; Meier, N.; Reitmayr, T.; Schlindwein, B.; Precht, M., 1994: Aktuelle Informationsbeschaffung aus weltweiten Datennetzen - am Beispiellandwirtschaftlicher Information im Internet. AID-Informationen für die Agrarberatung, v. 2 (8), p. 2-10

## Futterernte in Großbetrieben - Ergebnisse, Probleme, Lösungsmöglichkeiten

M. Fechner, F. Hertwig \*

## Rahmenbedingungen

Auch nach der Umstrukturierung der Landwirtschaft in den neuen Bundesländern sind Großbetriebe die bestimmende Form der landwirtschaftlichen Unternehmen geblieben. In Brandenburg werden 75 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche von Unternehmen mit einer Größe über 500 ha bewirtschaftet (Rechtsform überwiegend juristische Personen, Tabelle 1); 57 % der LF Brandenburgs werden von Futterbau- und Gemischtbetrieben genutzt.

Tabelle 1: Betriebe der Landwirtschaft und ihre landwirtschaftlich genutzten Flächen (Aus Bericht zur Lage der Land-, Ernährungs- und Forstwirtschaft des Landes Brandenburg 1996)

Betriebsgröße haLF	Anzahl der Betriebe und LF					
	1994			1995		
	Anzahl Betriebe	haLF abs.	rel.	Anzahl Betriebe	haLF abs.	rel.
1 bis 50	4182	45,8	3,5	4959	50,1	3,8
5 bis 200	941	102,5	7,9	1079	118,5	8,9
201 bis 500	437	134,2	10,3	494	152,2	11,4
501 bis 1000	293	214,1	16,5	308	224,3	16,9
1001 bis 2000	313	441,7	34,0	313	436,0	32,8
über 2000	127	360,2	27,8	125	349,1	26,2
gesamt	6293	1298,4	<b>100,0</b>	7278	1330,2	<b>100,0</b>

94 % der Milchkühe werden in Beständen über 100 Stück gehalten, davon mehr als ein Drittel in Großanlagen über 500 Kühe (Tabelle 2).

Geringes Eigenkapital, sinkende Preise für landwirtschaftliche Produkte und steigende Ausgaben für Betriebsmittel zwingen zur Weiternutzung bzw. zum kostengünstigen Umbau bestehender Anlagen der Tierproduktion und Futterkonservierung, so daß teilweise vorhandene Probleme bei der Futterernte und -konservierung bestehen bleiben.

\* Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue e. V., 14641 Paulinenaue

Tabelle 2: Relativer Anteil der Milchkühe nach Bestandesgrößen in Brandenburg  
(nach Angaben des Landeskontrollverbandes)

Jahr	Prüf- dichte %	Bestandesgrößen									
		bis 60		61 bis 100		101 bis 500		501 bis 1000		über 1000	
		B	K	B	K	B	K	B	K	B	K
1993	92	14,4	2,0	8,9	2,5	57,6	59,5	10,4	23,8	2,7	12,2
1994	96	15,0	2,0	11,0	3,9	59,0	61,0	8,0	22,0	2,0	11,1
1995	97	19,0	2,3	11,5	3,5	59,3	61,3	8,5	22,5	1,7	10,4

B = Betriebe, K = Kühe

### Anforderungen und Probleme

Die durchschnittliche Milchleistung in Brandenburg betrug im Jahre 1995 nach den Ergebnissen der Milchleistungsprüfung 5.577 kg bei 4,41 % Fett sowie 3,48 % Eiweiß und ist damit zur Erzielung hoher Effizienz zu niedrig. 37,3 % der Milchkühe haben noch eine Milchleistung unter 5.000 kg. Eine Ursache dafür ist die z. T. ungenügende Qualität, insbesondere der Welksilagen und des Heus (Tabelle 3).

Zur Erzielung maximaler Leistungen aus dem Grundfutter sind hohe Energiegehalte erforderlich:

	MJNEL/kgTS
Weidefutter	6,6- 7,2
Gras- und KleeegrassHagen	5,8- 6,3
Maissilagen	> 6,8
Getreideganzpflanzensilage (GPS)	5,6-5,8
Heu	5,2- 5,5

Zum Erreichen dieser Orientierungswerte ist die kontinuierliche Bereitstellung großer Partien von Grundfutter mit einheitlicher, gleichbleibend hoher Qualität für die Konservierung notwendig. Dabei ist das Ertragsniveau der Futterpflanzen bei umweltverträglichem Einsatz der Betriebsmittel auszuschöpfen. Die Nutzungsreife der Grundfutterbestände im 1. Aufwuchs sollte nach Möglichkeit durch agrotechnische Maßnahmen und Arten- und Sortenwahl gestaffelt werden.

Unzureichende Schlagkraft und Abstimmungsprobleme innerhalb der Maschinenketten zu Grundfütterernte und -konservierung verlängern die Ernteperiode. Dadurch erhöht sich das Risiko für eine verlustarme Bergung, Konservierung und Lagerung des Erntegutes im optimalen Reifestadium, insbesondere bei den stark witterungsabhängigen Verfahren der Welksilage- und Heubereitung. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Einflußfaktoren auf Leistung und Effizienz, die bei der Verfahrensgestaltung im Praxisbetrieb zu berücksichtigen sind.

Tabelle 3: Vergleich ausgewählter Parameter der untersuchten Futtermittel im Land Brandenburg aus den Ernten 1993, 1994 und 1995 (Stand 511996)

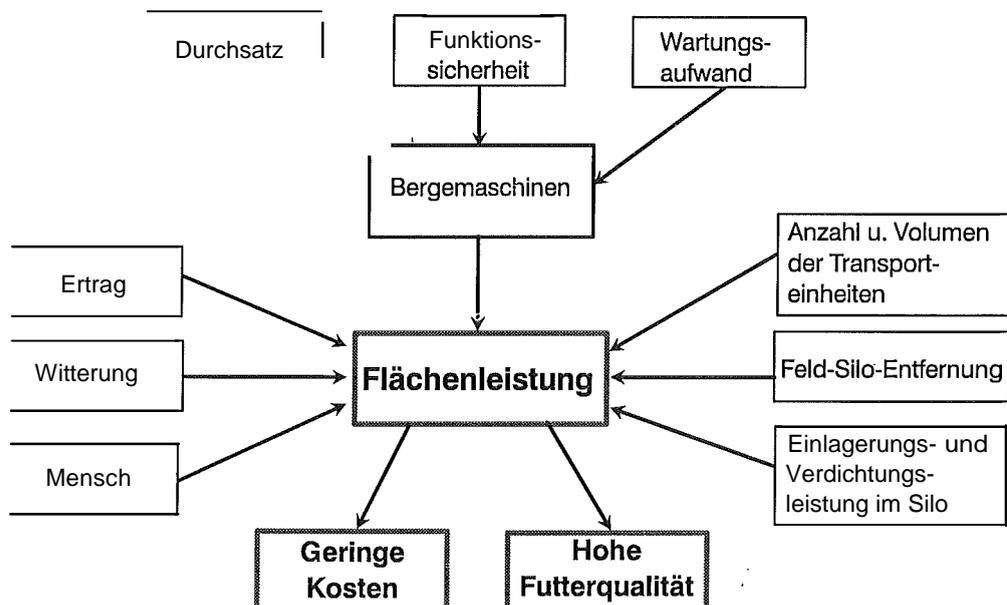
Futtermittel	TS-Gehalt g/kg OS			Rohfasergehalt g/kg TS			Rohproteingehalt g/kg TS			Energiedichte <sup>2</sup> MJNEL/kgTS		
	1993	1994	1995	1993	1994	1995	1993	1994	1995	1993	1994	1995
Welksilage <sup>1</sup> 1. Schnitt	484	436	408	298	307	306	144	133	130	5,4	5,4	5,4
Welksilage <sup>1</sup> Folgeaufw.	500	523	480	290	281	287	133	143	135	5,2	5,4	5,4
Heu <sup>1</sup> 1. Schnitt	842	836	832	318	325	320	113	97	99	5,2	5,2	5,2
Heu <sup>1</sup> Folgeaufw.	821	834	837	309	321	304	114	102	107	5,0	4,9	5,2
Maissilage	300	294	339	222	229	217	75	90	85	6,8	6,6	6,8
GPS	413	391	390	248	272	268	120	89	84	5,7	5,9	5,8

<sup>1</sup> aus Weide- und Wiesengras

<sup>2</sup> Schätzwgleichung nach WEISSBACH

### Abbildung

#### Einflußfaktoren auf die Flächenleistung bei der Futterernte



Wesentlich für die Schlagkraft und Sicherheit der Erzielung eines guten Silierergebnisses bei der Welksilagebereitung ist die angewandte Verfahrenslinie. Für Großbetriebe sind die Bergungsverfahren nach der Häckselgutlinie bzw. nach der Ladewagenlinie (großvolumige Schneidgutwagen) zu bevorzugen (s. Tabelle 4 und Beitrag von NEUBERT, G. und HERTWIG, F., Seiten 79-82).

Tabelle 4: Welksilagequalität aus den Ernten 1993 und 1994 in Land Brandenburg in Abhängigkeit vom Ernteverfahren

Bewertungs- kriterien	TS-Gruppen (g/kg OS)									
	< 300		300 ... 500				> 500			
	FH	LW	FH	LW	QB	RB	FH	LW	QB	RB
pH-Wert	4,5	5,0	4,4	4,6	5,0	5,1	4,8	4,6	5,3	5,1
NH <sub>3</sub> -N/Ges.N (%)	19,5	18,7	9,1	11,2	8,5	8,4	5,5	4,1	6,1	4,0
Ges.-Essigsäure (% d. TS)	3,03	2,42	1,34	1,05	0,70	0,91	0,62	0,46	0,32	0,36
Ges.-Buttersäure (% d. TS)	3,30	3,50	0,70	1,25	0,30	0,05	0,17	0,07	0,04	0,04
Silieriote *	3,9	4,4	2,2	2,8	2,7	2,0	1,8	2,0	2,5	2,2

Erläuterungen: FH Ernte mit Fe1dhäcksler      RB Ernte mit Rundballenpresse  
 LW Ernte mit Ladewagen      \* Silieriote nach WEISSBACH und HONIG  
 QB Ernte mit Quaderballenpresse

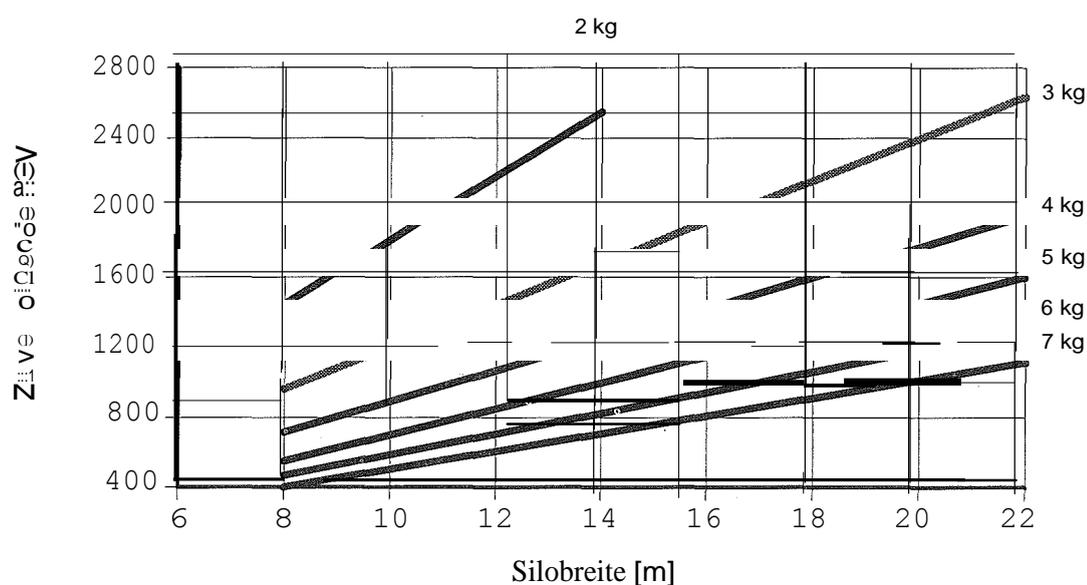


Abbildung 2: Abstimmung der Silobreite [m] bzw. der zu versorgenden RGV in Abhängigkeit vom Anteil der Welksilage [kg TS/RGV u. d.] in der Tagesration (maximale Futterstapelhöhe 3,60 m)

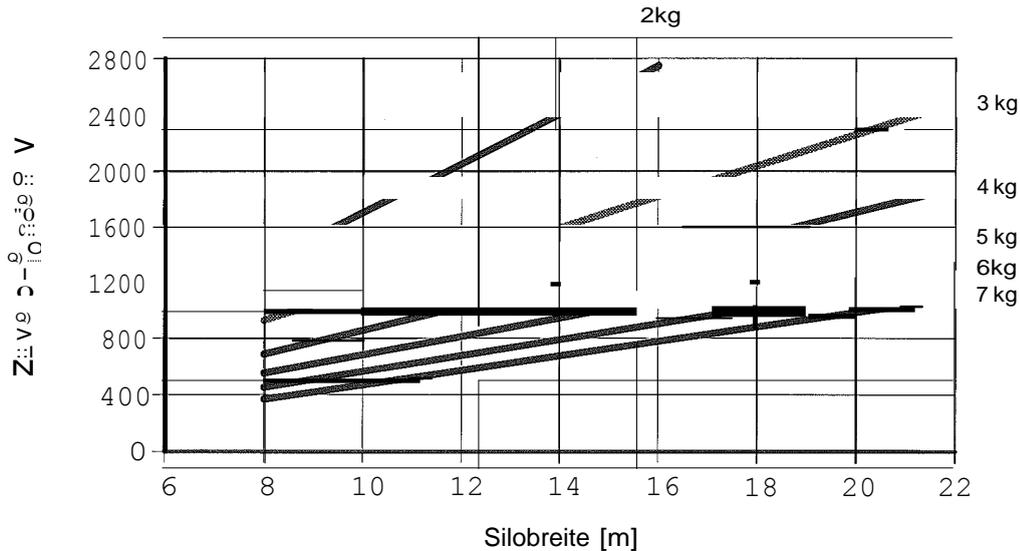


Abbildung 3: Abstimmung der Silobreite [m] bzw. der zu versorgenden RGV in Abhängigkeit vom Anteil der Maissilage [kg TS/RGV u. Tag] in der Tagesration (max. Futterstapelhöhe 3,60 m)

Von großer Bedeutung für die Futterqualität ist die Abstimmung der Anschnittfläche des Gärfutterstapels mit dem zu versorgenden Viehbestand, da aus gärobiologischen Gründen täglich über die gesamte Anschnittfläche eine 0,5 m tiefe Silageschicht entnommen werden muß. In den Abbildungen 2 und 3 ist der Zusammenhang zwischen der Silobreite, dem zu versorgenden Viehbestand und dem Rationsanteil der Silagen dargestellt.

#### Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Eine deutliche Verbesserung der Grundfutterqualität, insbesondere durch die Einhaltung der optimalen Erntezeitspannen bei der Welkgut- und Heuernte, ist erforderlich.

Exakte Abstimmung der gesamten Maschinenkette vom Mähen über das Bergen und dem Transport bis hin zum Einlagern ist erforderlich, damit die größtmögliche Bergeleistung im Verfahren realisiert werden kann (Maschinensystembetrachtung).

Häckselgut garantiert unter allen Erntebedingungen im Vergleich zu den anderen Verfahrenslinien den besten Konservierungserfolg. Die dominierende Bergemaschine in der Silageproduktion ist demzufolge unter den Bedingungen der Großbetriebe der selbstfahrende Feldhäcksler. Neben Mais und Getreideganzpflanzen wird mit diesem in 75 % der landwirtschaftlichen Unternehmen auch das Welkgut geerntet. Durch Anwendung von Silierhilfsmitteln läßt sich besonders bei wechselhaften Witterungsbedingungen die Feldliegezeit von Welkgut verkürzen.

In großen Silos ist zum schnellen Unterbinden des Gasaustausches das abschnittsweise Füllen und Zudecken anzuwenden; der Siloquerschnitt muß auf den Bedarf der zu versorgenden Tierbestände abgestimmt sein.

#### Literatur

Arbeitspapier Nr. 228 "Futterernte in Großbetrieben", herausgegeben vom Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL) 1996

## Betriebswirtschaftliche Bewertung von Verfahren der Futterernte in Großbetrieben

G. Neubelt, F. Hertwig \*\*

### Einleitung

Mit zunehmender Betriebsgröße wachsen die Anforderungen an die Organisation der Futterernte. Ziel der Verfahrensbewertung ist es, den betriebswirtschaftlichen Effekt unterschiedlicher Mechanisierungsvarianten in Abhängigkeit von ausgewählten maschinen- und verfahrensbedingten sowie betrieblichen Einflußfaktoren zu quantifizieren und hieraus Entscheidungshilfen für die günstigste betriebliche Mechanisierung und Organisation der Futterernte abzuleiten.

### Methodik

Gestützt auf Stichprobenerhebungen in Futterbaubetrieben zu Einsatzbedingungen, Leistungs- und Kostenparametern der Erntemaschinen wurde ein problemangepaßtes Kalkulationsmodell (Excel) erstellt (Abb. 1). "Ermittelt werden die Gesamtkosten von der Mahd bis zur Entnahme je Hektar Futterfläche bzw. je dt TM, korrigiert um qualitätsbedingte Gewinndifferenzen in der Tierhaltung/-fütterung.

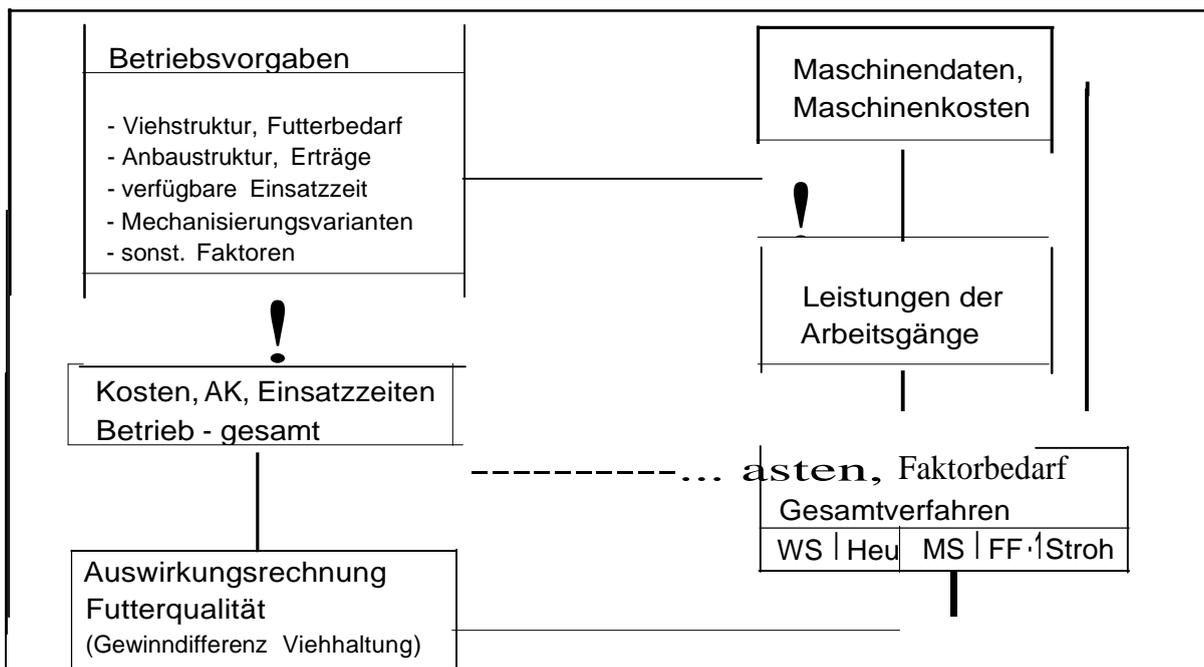


Abb. 1 Aufbau des Kalkulationsmodells

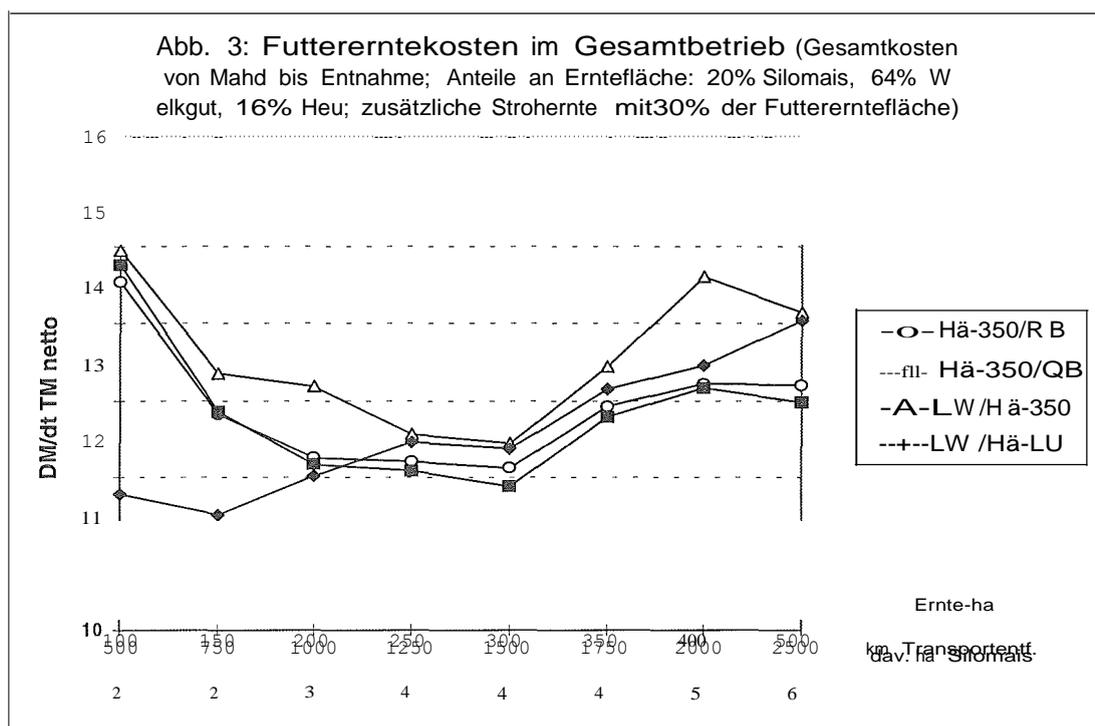
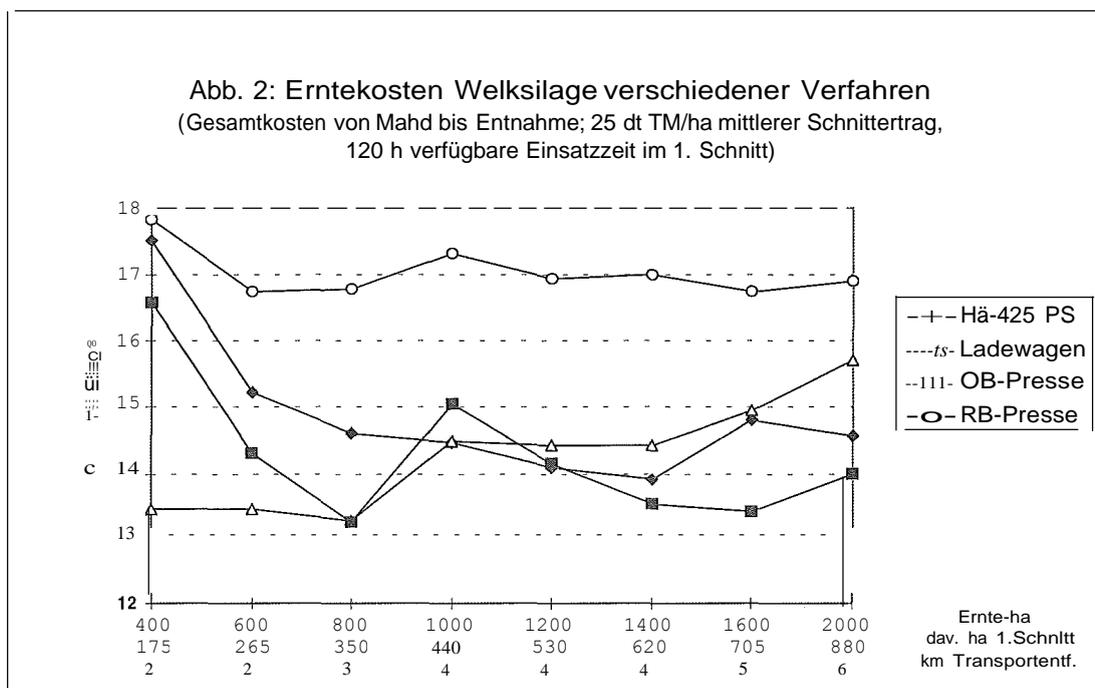
## Ergebnisse

Aus der Vielzahl an durchgeführten Variantenrechnungen sind in den Abbildungen 2 und 3 die Kosten der Welksilagebereitung bzw. der gesamten Futterernte für verschiedene Verfahrenslinien bzw. betriebliche Mechanisierungsvarianten in Abhängigkeit vom Einsatzumfang exemplarisch dargestellt.

Der betriebswirtschaftliche Effekt verfahrensbedingter Unterschiede in der Grundfutterqualität wird von vielen Faktoren beeinflusst und unterliegt im einzelnen betrieblichen Bewertungsfall großen Schwankungen. So können für die gleiche Erhöhung der Energiedichte in der Welksilage mehr als 5 mal soviel Mehrkosten verkraftet werden, wenn nicht "nur" Kraftfutter eingespart wird, sondern die höhere Futterqualität voll in Milchleistungssteigerung umgesetzt wird (Tab. 1).

Tab: 1 Tragbare Mehrkosten der Welksilage in der Milchviehfütterung bei Erhöhung der Energiedichte um 0,3 MJ NEL/kg TM

<b>Ausgangssituation</b>			
Leistung:	6000 kg FCM/Kuh und Jahr; 2350 kg aus Grundfutter		
jährl. Marktproduktion UMP):	5850 kg/Kuh und Jahr; 0,54 DM/kg Milch		
Welksilage: (5,3 MJ NEL/kg TM)	20,4 dt TM/Kuh u. Jahr; 22 DM/dt TM		
Maissilage: (6,3 MJ NEL/kg TM)	20,4 dt TM/Kuh u. Jahr; 18 DM/dt TM		
Kraftfutter: (Getreide/Sojaschrot)	15,1 dt/Kuh u. Jahr; 26/38 DM/dt		
<b>Differenzen zur Ausgangssituation</b>		berechnet bei	
Kennzahl	ME	Kraftfutter- emspargung	Leistungs- erhöhung
Kraftfutterbedarf	kg/Kuh u. Jahr	-210	-33
Milchleistung	kg/Kuh u. Jahr	0	361
KühejejeMP	Anzahl	1	0,942
Grundfutterbedarf	dtTM/jMP	1,95	-0,85
Deckungsbeitrag abzgl. Lohn	DM/jMP	20	105
<b>Grenzkosten der Well{silage</b>	DM/dtTM	<b>0,90</b>	<b>5,05</b>
je 0,1 MJ NEL/kg TM BK-Erhöhung	DM/dtTM	<b>0,30</b>	<b>1,68</b>
je Erntehektar (20 dt TM/ha netto)	DM/ha	<b>18</b>	<b>101</b>



#### Mechanisierungsvarianten:

- Hä-350/RB: Welksilage/Silomais mit 350 PS-Häcksler, Heu/Stroh mit Rundballenpresse  
Hä-350/QB: Welksilage/Silomais mit 350 PS-Häcksler; Heu/Stroh mit Quaderballenpresse  
LW/Hä-350: Welksilage/Heu/Stroh mit Ladewagen, Silomais mit 350 PS-Häcksler  
LW/Hä-LU: wie vor, Silomaishäckseln mit Lohnunternehmer (250 DM/ha)

## Schlußfolgerungen

Die **Häckslerlinie** ist in größeren Futterbaubetrieben mit Milchviehhaltung und Silomaisanbau die kostengünstigste und qualitätssicherste Eigenmechanisierungsvariante.

Leistungsstarke Häcksler von > 400 PS erlangen ab etwa 1200 Erntehektar und/oder hohem Silomaisanteil Kostenvorteile. Voraussetzung ist die Ausschöpfung ihres Leistungspotentials durch entsprechende Maschinenkettenabstimmung (Schwadbreiten, Transport- und Einlagerungskapazität) und Senkung von Reparaturzeiten. Hiefür erforderliche Investitionen lohnen sich in der Regel.

Die **Ladewagenlinie** stellt in Betrieben mit

- Welkguternteflächen von < 750 ha,
- Transportentfernungen von < 4 km,
- flexiblem und billigem Lohnunternehmeneinsatz bei Silomais (< 200 ha) eine kostengünstige Alternative dar, vorausgesetzt, es können dem Häcksler-einsatz nahezu vergleichbare Silagequalitäten gesichert werden.

**Rund- und Quaderballenpressen** haben in Großbetrieben vornehmlich für die Heu- und Strohernte in Kombination mit dem Häckslereinsatz für die Silierung ihre Bedeutung, wobei die Quaderballen- gegenüber der Rundballenpresse erst ab 600 bis 800 Erntehektar Kostenvorteile erlangt. Die alleinige Mechanisierung mit Großballenpressen kommt vornehmlich in Grünlandbetrieben mit geringeren Qualitätsansprüchen (Mutterkuhhaltung) in Betracht.

- Zur Ausschöpfung abschreibungsbedingter Kostendegressionen sollte möglichst der folgende jährliche Mindesteinsatzumfang realisiert werden (z. B. durch überbetrieblichen Einsatz):

Häcksler < 300 PS	ca. 700 ha
> 400 PS	ca. 950 ha
Quaderballenpresse	ca. 550 ha
Rundballenpresse, 1,5 m <sup>3</sup>	ca. 350 ha
Ladewagen, 50 m <sup>3</sup>	ca. 400 ha

- Zur Deckung von **Mehrlmsten für qualitätsverbessernde/-sichernde Maßnahmen** der Futtererzeugung in Milchviehbetrieben ist die realisierbare Leistungssteigerung von entscheidender Bedeutung. Als mittlerer Grenzkostenwert für Welksilage kann **1 DM/dt TM je 0,1 MJ NEL Energiedichteerhöhung** angesetzt werden.

## Nährstoff- und Wasserdynamik von Gräserbeständen in Abhängigkeit vom Grundwasserstand

A. Behrendt, G. Schalitz, D. Hölzel \*

### 1. Einleitung

Auf grundwasserbeeinflussten Böden steht den Pflanzen natürlicherweise Zuflußwasser zur Verfügung. Dieser Fakt wird in Grundwasserlysimetern simuliert.

Die Höhe der Evapotranspiration hängt von verschiedenen Faktoren ab, wobei die Witterung, der Grundwasserstand und der Pflanzenbestand zweifellos zu den Haupteinflußfaktoren gehören (MUNDEL 1975, 1982, 1982 a; RENGER u. STREBEL 1980; EGGELSMANN 1990, BEHRENDT 1995).

Insbesondere in Niedermooren müssen hohe Grundwasserstände angestrebt werden, um die Mineralisation der Tmfsubstanz zu bremsen. Dafür ist es erforderlich den annähernden Wasserbedarf zu ermitteln, um rechtzeitig Wasserregulierungsmaßnahmen einleiten zu können. Neben der Ermittlung der Evapotranspiration eignen sich Lysimeter besonders gut zur Untersuchung der Nährstoffauswaschung. Aus dieser Sicht sind die Stickstoff- und Kaliumdynamik der Niedermoore unter Grünlandnutzung von besonderem Interesse.

Stickstoff hat eine große Bedeutung aufgrund seines hohen Anteils in Niedermooren. Kalium wirkt dagegen oftmals als typischer Mangelfaktor im Niedermoor limitierend auf das Pflanzenwachstum und auf die Umsetzungen anderer Stoffe, insbesondere des Stickstoffs (KUNTZE u. LEISEN 1970; MUNDEL 1990, 1992; KÄDING et al. 1992; BEHRENDT 1995). In welcher Weise die Evapotranspiration und die Nährstoffdynamik von den Grundwasserverhältnissen abhängen soll hier beispielhaft dargestellt werden.

### 2. Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden in Grundwasserlysimetern durchgeführt, die durch eine kreisrunde Obelfläche von 1 m<sup>2</sup> gekennzeichnet sind. In den Lysimetern befinden sich hauptsächlich Niedermoormonolithe verschiedener Mächtigkeit und Herkunft. Es handelt sich dabei um eutrophe Moorböden aus den großen Niedermoorgebieten des Nordostdeutschen Tieflandes (I-Javelländisches Luch, Rhinluch, Friedländer Große Wiese und Peenehaff-Moor). Bei unterschiedlichen Grundwasserständen wurden Nährstoff- und Wasserbilanzgrößen ermittelt. Den Stickstoff- und Kaliumbilanzen liegen Daten aus den Jahren 1986-90 zugrunde, den Wasserbilanzen Werte aus den Jahren 1989-95.

Im 30jährigen Mittel (1961-90) wurden in der Paulinenaue Wetterstation 521 mm Jahresniederschlag registriert, davon 385 mm in der Vegetationsperiode (März- Oktober). Die Jahresmitteltemperatur betrug 8,5 °C.

---

\* ZALF Müncheberg, Forschungsstation Paulinenaue

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Nährstoffe

In der Abbildung 1 sind die Kaliumbilanzen bei hohen und tiefen Grundwasserständen dargestellt. Den weitaus größten Negativposten in der K-Bilanz bildete im allgemeinen der K-Entzug durch die Ernte, besonders bei hohen Erträgen. Bei geringer Entwässerung lagen die Ernteentzüge im Mittel bei fast 40 g K/m<sup>2</sup> jährlich, bei tiefen Grundwasserständen nur bei 27,5 g K/m<sup>2</sup> (Abb. 1 links).

Im Vergleich zum K-Entzug durch die Ernten spielte die K-Auswaschung in den Lysimetern eine weit geringere Rolle. Der mittlere K-Eintrag in das Grundwasser der Niedermoore lag bei 1,1 g K/m<sup>2</sup> jährlich (tiefer Grundwasserstand) und 3,4 g K/m<sup>2</sup> (hoher Grundwasserstand). Zu beachten ist ferner, daß den Lysimetern mit dem Zusatzwasser (Leitungswasser) nicht unerhebliche Kaliummengen zugeführt wurden. Inwieweit der K-Haushalt der Moore auch unter Feldbedingungen durch hydraulische Heranführung von Kalium (aus anderen Ökosystemen) beeinflusst wird, hängt entscheidend von den jeweiligen hydrologischen Bedingungen und von der Fremdwasserzufuhr über Wasseregulierungsanlagen ab. Abbildung 1 (rechts) zeigt die Stickstoffteilbilanzen der gleichen Lysimeter die den Kaliumbilanzen zugrunde lagen.

Im allgemeinen sind die N-Verluste durch Auswaschung selbst bei den N-reichen Niedermooren als gering anzusehen. Erst extreme Entwässerung, gekoppelt mit hoher N-Düngung und relativ geringen Erträgen führte im Niedermoor zu nennenswerten Stickstoffauswaschungsverlusten, was mit Sicherheit auch auf eine verstärkte oxydative Torfmineralisation (BEHRENDT 1995) zurückzuführen ist. Das höher anstehende Grundwasser begünstigte das Gräserwachstum, wodurch ein höherer Ertrag, verbunden mit entsprechender Stickstoffabschöpfung zustande kam, was dazu führte, daß sich beide Varianten in der Endbilanz kaum unterschieden.

#### 3.2. Evapotranspiration

Am Beispiel zweier gleichbehandelter Grasbestände auf Niedermoor (Abb. 2 oben) läßt sich die Wirkung unterschiedlicher Grundwasserstände gut darstellen. Bei annähernd gleichen Erträgen wurden in den Trockenjahren 1989 bis 1991 bei einem tiefen Grundwasserstand von 100 cm im Durchschnitt 515 mm Wasser verdunstet. Bei dem hohen Grundwasserstand (30 cm) waren es 817 mm. Durch den hohen Grundwasserstand von 30 cm wurden in den Trockenjahren über 300 mm mehr verdunstet als in der vergleichbaren Variante mit tiefem Grundwasserstand. Hier hat zweifellos die Evaporation eine besondere Bedeutung, da bei 30 cm Grundwasser auch in Zeiten hohen Sättigungsdefizits die oberen Bodenschichten gut durchfeuchtet sind.

Daß die bodenbestockende Pflanzenart und ihre Nutzungsform einen ganz wesentlichen Einfluß auf die Grundwasserneubildung ausübt, soll an dieser Stelle auch am Beispiel des Rohrglanzgrases besprochen werden. Hierzu wählten wir die Jahre 1992 bis 1996 aus (Abb. 2 unten). In der Regel fällt die Evapotranspiration in Feuchtjahren geringer aus als in Trockenjahren. Dennoch ist es möglich, daß ein Rohrglanzgrasbestand auf Niedermoor mit einem Grundwasserstand von 50 cm, der nur einmal jährlich (im Herbst) genutzt wird mehr als 1000 mm verdunstet. Wesentlich geringere Evapotranspiration war in der gleichbehandelten Variante mit einem Grundwasserstand von 90 cm zu beobachten. Hierzu muß allerdings bemerkt werden, daß sich der Rohrglanzgrasbestand unter den Bedingungen des tiefen Grundwasserstandes nur zögerlich etablierte und mit einem

Jahresertrag, der nur die Hälfte des Bestandes auf hohem Grundwasserstand ausmachte, stark in seiner Transpirationspotenz eingeschränkt war. Beachtet werden muß jedoch auch ein gewisser Oaseneffekt in Lysimeterversuchen, wenn auch versucht wurde, das Umfeld der Lysimeter in ähnlicher Weise zu behandeln wie die Monolithe. Es muß jedoch auch zu bedenken gegeben werden, daß

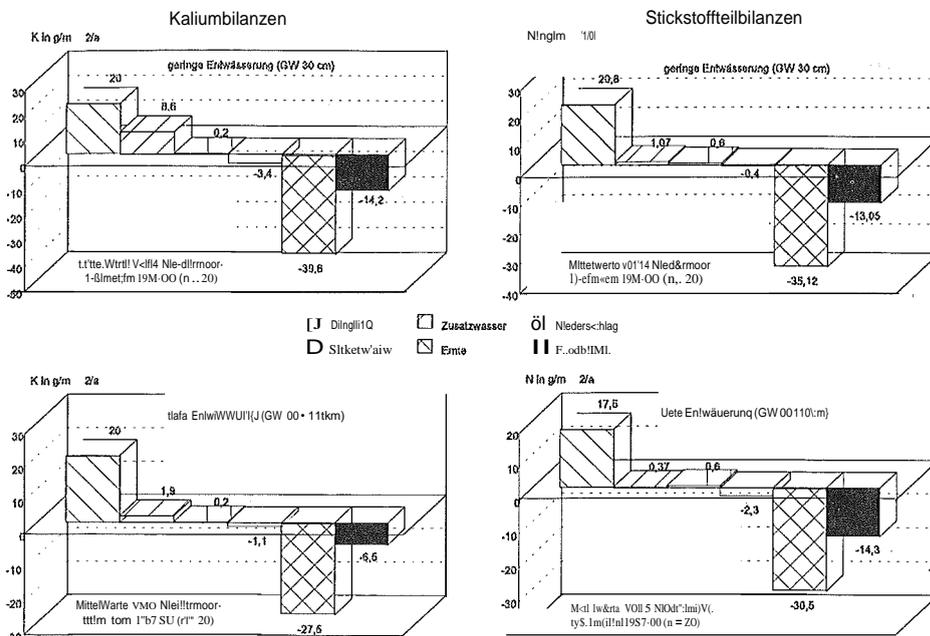


Abb. 1 Nährstoffbilanzen von Gräserbeständen

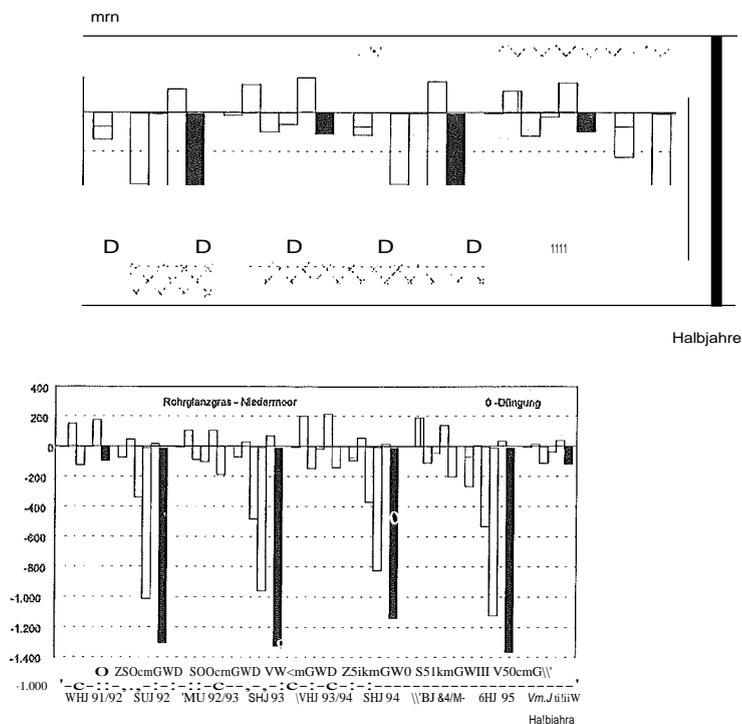


Abb. 2 Wasserbilanzen von Gräserbeständen

insbesondere unter den heterogenen Reliefbedingungen des Havelländischen Luches ein natürlicher Oaseneffekt durch konvektive Energie nicht auszuschließen ist. Die Quantifizierung des Oaseneffektes bedarf zweifellos weiterer Untersuchungen.

#### 4. Zusammenfassung

1. In den Stickstoffbilanzen wird deutlich, daß tiefe Entwässerung in den Niedermooren die Auswaschungsverluste erhöht, was auf verstärkte oxydative Tmfmineralisation hinweist. Da jedoch die Erträge bei tiefen Grundwasserständen geringer waren, unterscheiden sich die Endbilanzen nicht wesentlich.

2. Noch deutlicher zeigt sich der Einfluß des Ernteertrages in den Kaliumbilanzen. Der sehr hohe Entzug durch die Ernte bei geringer Entwässerung des Niedermoorbodens führt trotz beachtlicher Zufuhr über das simulierte Grundwasser zu hohen Fehlbeträgen in der Endbilanz. Die Grundwassernähe begünstigt folglich die Kaliumauswaschung.

3. Hohe Grundwasserstände bewirken deutlich höhere Evapotranspirationsraten als tiefere Grundwasserstände. Die Ursachen liegen einerseits in einer verstärkten Evaporation, da der kapillare Aufstieg durch die Nähe des Wassers zur Oberfläche begünstigt wird. Andererseits nimmt in der Regel der Gräserertrag mit steigendem Grundwasserstand zu, was zusätzlich eine Erhöhung der Transpiration mit sich bringt.

#### Literatur

- BEHRENDT, A., 1995: Moorkundliche Untersuchungen an nordostdeutschen Niedermooren unter Berücksichtigung des Torfchwundes, ein Beitrag zur Moorerhaltung. Diss., Humboldt-Uni. zu Berlin, 170 S.
- EGGELSMANN, R., 1990: Moor und Wasser. In: GÖTTLICH, K. (Hrsg.): Moor und Torfkunde. 3. Aufl., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart, 288-319.
- KÄDING, H.; SCHALITZ, G.; BEHRENDT, A., 1992: K Balance and K Fertilization in Extensive Grassland Utilization on Peat Soils. In Potassium in Ecosystems. Proc. of the 23. Colloquium of the Intern. Potash Inst. Prague, 449-452.
- KUNTZE, H.; LEISEN, E., 1970: Zur Kalidynamik der Catena Löß- Niedermoor. Landw. Forschung 23/25, 1. Sonderheft, 128-140.
- MUNDEL, G., 1975: Beziehung zwischen Graslandertrag und Wasserverbrauch bei unterschiedlichen Wasserständen. Tag.-Ber. AdL., Berlin 139, 267-272.
- MUNDEL, G., 1982: Untersuchungen über die Evapotranspiration von Grasland auf Grundwasserstandorten. 1. Mitteilung: Beziehungen zwischen meteorologischen Faktoren und Evapotranspiration. Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenkd. 26, 507-513.
- MUNDEL, G., 1982a: Untersuchungen über die Evapotranspiration von Grasland auf Grundwasserstandorten. 3. Mitteilung: Beziehungen zwischen Stoffproduktion und Evapotranspiration. Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenkd. 26, 629-638.
- MUNDEL, G., 1990: Kaliumvorrat und Kaliumhaushalt intensiv genutzter Niedermoorböden. Lysimeterergebnisse. Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenkd. 34, 599-607.
- MUNDEL, G., 1992: Einflußfaktoren des Kaliumaustrages in landwirtschaftlich intensiv genutzten Niedermoorböden (Lysimeterergebnisse). Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenkd. 36, 209-216.
- RENGER, M. u. STREBEL, O., 1980: Wasserverbrauch und Ertrag von Pflanzenbeständen. Kali-Briefe, Hannover 15/2, 135-143.

## Moorschutz und Düngung durch Bioabfallkompost?

H. Käding \*, G. Schalitz \*\*, O. Encke \*\*\*, G. Sierig \*\*\*\*

### 1. Einleitung und Problemstellung

Die getrennte Erfassung von Bioabfall aus Haushalten und seine Verarbeitung in Kompostwerken oder Vergärungsanlagen hat sich zu einem anerkannten Baustein der Abfallentsorgung entwickelt. Begründet ist diese Maßnahme in verschiedenen Vorschriften. So fordert das Abfallgesetz in § 3 Abs. 2 den Vorrang der Verwertung vor der sonstigen Entsorgung. Das Kreislaufwirtschaftsgesetz von 1994 bekräftigt diese Forderung in § 5 Abs. 2 als Grundpflicht der Kreislaufwirtschaft

Die zusätzlichen anfallenden Kompostmengen müssen zur Verwertung am Markt untergebracht werden. Zwar sind im Hinblick auf die Landwirtschaft die leichten sandigen Böden der Mark Brandenburg grundsätzlich geeignet, Bioabfallkompost insbesondere als Mittel zur Verbesserung der Bodenstruktur aufzunehmen, dennoch ist fraglich, ob die konventionellen Absatzmärkte wie der Garten- und Landschaftsbau, die Oberbodenproduktion und die Landwirtschaft ausreichend aufnahmefähig sind. Es ist deshalb sinnvoll, nach neuen Anwendungsgebieten für Bioabfallkompost zu suchen.

Als dreiseitiges Gemeinschaftsprojekt zwischen dem ZALF Müncheberg, der LUFA Potsdam und den Berliner Stadtreinigungsbetrieben werden seit 1993 Versuche zur Verwertung von Bioabfallkompost auf Niedermoorgrünland in Paulinenaue durchgeführt.

Ziel der schichtweisen Aufbringung von Kompostdeckschichten auf Niedermoorgrünland ist neben der Konservierung des Moorbodens eine umweltfreundliche Verwertung großer Müllmengen. Auf diese Weise soll die Mineralisierung der organischen Substanz eingeschränkt und somit der Moorschwund reduziert werden. Dieser Schutz könnte mit Kompostdeckschichten erreicht werden, wie das die Sanddeckkultur bereits bewiesen hat. Bei ca. 180.000 ha Niedermoorflächen im Land Brandenburg ergäbe sich somit ein hohes Anwendungspotential für Bioabfallkompost

### 2. Material und Methoden

Erheblicher Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der Nährstoff- und Düngewirkung und der subsummierenden Wirkung des Biokompostes bei mehrmaliger Aufbringung. Auch Bindungs- und Verlagerungsprozesse von Schwermetallen und Schadstoffen in organischen Böden bis ins Grundwasser bedürfen einer Klärung. Auch sind das Verhalten der Pflanzenarten bei differenzierter Überdeckung und die Auswirkungen auf die Nahrungskette bei der Weidewirtschaft zu untersuchen.

---

\* ZALF Müncheberg, Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie

\*\* ZALF Müncheberg, Forschungsstation Paulinenaue

\*\*\* Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) Potsdam

\*\*\*\* Berliner Stadtreinigungsbetriebe (BSR) Berlin

Folgende Faktoren wurden geprüft:

Anlagemethode: ZweifaktarieBe Streifenanlage

Prüffaktoren und Stufen	Faktor 1:	Höhe der Kompostauflage (pro Jahr)	
		Stufe 1	0 cm
		Stufe 2	2,5 cm (0,44 m <sup>3</sup> /Parz.)
		Stufe 3	5,0 cm (0,88 m <sup>3</sup> /Parz.)
	Faktor 2:	Schnitthäufigkeit und Schnittermin	
			Schnitthäufigkeit Schnittermin
		Stufe 1	1x Herbst
		Stufe 2	2x 4.6.; 17.9.
		Stufe 3	3x 4.6.; 23.7.; 17.9.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Einfluß auf den Boden

Biokompost enthält im Vergleich zu Moorboden deutlich weniger Kohlenstoff und Stickstoff (Tab. 1). Die Gehalte an Kalium und Phosphor liegen aber deutlich höher. Eine Aufbringung von Kompost auf Niedermoor stellt somit für die Nt- und Ct-Gehalte und die zu niedrigen Gehalte an Kalium und Phosphor der Moore eine wertvolle Ergänzung dar. Die Nährstoffgehalte der Kompostdeckschichten und die der darunter liegenden 10 cm Moorboden wiesen am Ende der Vegetationsperioden Mittelwerte zwischen den Ausgangswerten von Kompost und Niedermoorboden auf. Offensichtlich hat im Laufe einer Vegetationsperiode eine gewisse Durchmischung der Substrate durch Bodenlebewesen bzw. Niederschlagswasser stattgefunden.

Tabelle 1: Inhaltsstoffe im KornEost und Moorboden (5 cm KomEostauflage, • 1993-1995)

		Kompost bei Aus- bringung	Kompost-Deck- schicht am Ende der Veg.Periode	Boden 0-10 cm unter der Korn- postdecke	Boden ohne Kompostdecke 0-10 cm
Nt	mg/100 g TS	519,5	655,0	2.208,0	2.881,5
ct	mg/100 g TS	7.661,5	10.282,0	26.949,5	34.973,5
P	mg/100 g TS	47,4	39,2	17,6	11,6
K	mg/100 g TS	216,2	34,0	47,9	9,2
Mg	mg/100 g TS	33,3	19,8	34,1	32,7
pR-Wert		7,2	7,0	6,6	6,4
Cu	mg/kgTS	33,9	27,9	18,7	14,4
Cd	mg/kgTS	0,44	0,36	0,49	0,56
Cr	mg/kg TS	52,4	43,1	23,0	20,8
Pb	mg/kg TS	77,2	64,8	37,3	32,0
Ni	mg/kg TS	29,8	24,7	11,3	9,2
Zn	mg/kg TS	167,5	74,5	43,2	32,3
Hg	mg/kg TS	0,24	0,22	0,16	0,16

Doch neben Pflanzennährstoffen enthalten Komposte auch Schadstoffe wie Schwermetalle und organische Verbindungen. Der verwendete Kompost wies generell höhere Schwermetallwerte als der Moorboden auf. Die zulässigen Grenzwerte der Klärschlammverordnung (AbfärdV) und Prüfgütebestimmungen RAL für Komposte wurden jedoch nicht überschritten. Auch hier

näherten sich die Gehalte der Kompostdeckschichten und des darunter liegenden Moorbodens zu Ende der Vegetationsperiode an. Die Gehalte an organischen Schadstoffen sind im Kompost häufig am höchsten und im Moorboden am geringsten. Die Kompostdeckschicht hatte am Ende der Vegetationsperiode mittlere Werte.

### 3.2. Einfluß auf den Pflanzenbestand

Kurz vor Vegetationsbeginn im Frühjahr wurde jährlich die Grasnarbe mit einer 2,5 bzw. 5,0 cm starken Kompostschicht abgedeckt. Mit Wachstumsbeginn wurden die Deckschichten von den Gräsern durchstoßen, wobei Horst- und Obergräser bevorteilt waren. Auch einzelne Kräuterarten durchdrangen die Deckschicht problemlos. Kurz vor jeder Nutzung wurden die Pflanzenbestände aller Prüfglieder und Wiederholungen bonitiert. Bei Dreischnittnutzung zeigte sich, daß mit Erhöhung der Kompostauflage von 0 auf 5 cm der Anteil der Rispenarten am Gesamtbestand zurückging, während sich der Kräuteranteil erhöhte. Diese Tendenz zeigt sich auch bei geringerer Schnitthäufigkeit. Die Etiragsanteile der einzelnen Arten schwankten von Aufwuchs zu Aufwuchs erheblich. Besonders hohe Wiesenschwingelanteile wurden Ende 1993 dokumentiert.

### 3.3. Einfluß auf Erträge und Pflanzeninhaltsstoffe

Bei Zweischnittnutzung wurde der höchste Ertrag erzielt, obwohl die Ertragsdifferenzen statistisch nicht gesichert sind (Tab. 2). Mit Aufbringung einer Kompostdeckschicht von 2,5 cm konnten auf allen 3 Schnitthäufigkeitsvarianten signifikante Mehrerträge erzielt werden. Eine Verdoppelung der Deckschicht erhöhte die Erträge weiter, wobei die Steigerungsraten aber geringer ausfielen.

Tabelle 2: Erträge und Inhaltsstoffe der Pflanzensubstanz (• 1993-1995)

		Schnitthäufigkeit/Jahr			Höhe der Kompostauflage		
		1x	2x	3x	ohne Kompost	2,5 cm	5,0 cm
Ertrag	dt TS/ha	72,8	79,7	77,71	55,8	82,5	91,9
RP	g/kg TS	104,2	125,8	137,4	118,6	116,1	132,7
P	g/kg TS	2,6	3,1	3,4	2,9	3,1	3,2
K	g/kg TS	14,7	21,1	23,1	8,4	23,9	26,7
Ca	g/kg TS	10,9	8,5	7,6	9,6	8,5	8,9
Mg	g/kg TS	1,8	2,0	2,1	2,6	1,7	1,6
Na	g/kg TS	1,0	1,1	1,2	1,9	0,9	0,5
Cu	mg/kg TS	8,3	9,4	9,8	8,1	9,3	10,0
Cd	mg/kg TS	0,07	0,07	0,05	0,06	0,06	0,07
Cr	mg/kg TS	1,5	1,8	1,3	1,0	1,7	2,0
Pb	mg/kg TS	1,8	3,4	2,2	1,3	3,2	3,0
Ni	mg/kg TS	0,9	1,5	1,0	0,7	1,2	1,5
Zn	mg/kg TS	37,8	40,8	38,4	34,3	38,0	44,4
Hg	mg/kg TS	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Sowohl durch Anhebung der Schnitthäufigkeit/Jahr als auch durch steigende Kompostmengen erhöhten sich die Gehalte an Rohprotein, Phosphor und Kalium. Der Natriumgehalt stieg bei

vermehrter Schnitthäufigkeit/Jahr, verringerte sich aber durch Ausbringung größerer Kompostmengen. Mit steigenden Aufwandmengen sind in den Pflanzen tendentiell höhere Schwermetallgehalte erkennbar.

### 3.4. Nährstofffrachten

Komposte enthalten alle für die Pflanzenernährung notwendigen Haupt- und Spurennährstoffe. Nach der neuen Düngeverordnung sind vor allem die Hauptnährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium relevant, da für diese eine Bilanzierung vorgeschrieben ist und entsprechende Nährstofffrachten begrenzt werden. Die flächenbezogene Obergrenze für Stickstoff, Phosphat und Kalium ist pflanzenbedmfgerecht auszurichten. Dabei sind die pflanzenverfügbaren Nährstoffmengen zu berücksichtigen. Bei Kompostanwendung ist mit ca. 10 % des analysierten Gesamtstickstoffs im Kompost als pflanzenverfügbarer Anteil zu rechnen.

In der Praxis findet die Kompostanwendung auf Ackerland nicht jährlich, sondern in Abständen von mehreren Jahren statt. Dies bedeutet, daß die je Hektar und Jahr im Mittel empfohlenen Aufwandmengen von 10 t Komposttrockenmasse über mehrere Jahre zusammengefaßt werden können und die solchermaßen addierten Mengen zum Anwendungszeitpunkt gesamt aufgebracht werden können. Somit ergibt sich eine maximale Aufwandmengenbegrenzung von 30 t Komposttrockenmasse je Hektar.

Zielstellung der schichtweisen Aufbringung von Kompostdeckschichten auf Niedermoorgrünland war vor allem die Konservierung des Moorbodens. Deshalb wurden die erlaubten Ausbringungsmengen deutlich überschritten. Mit 2,5 cm wurden 116,5 t und mit 5,0 cm 233 t Komposttrockenmasse ausgebracht. Mit 5,0 cm Kompostdeckschicht wurden wesentlich mehr Phosphat und Kalium ausgebracht als durch den Pflanzenbestand entzogen wurde. Schwerwiegender als bei den Hauptnährstoffen dürften die Schadstofffrachten an Schwermetallen sein. Hier wird nur ein Bruchteil der zugeführten Mengen durch den Grasbestand entzogen.

## 4. Schlußfolgerungen

Der Einsatz von Bioabfallkompost auf Niedermoorgrünland erbrachte eine positive Nährstoff- bzw. Komplementärwirkung, da er über wenig Stickstoff aber relativ viel Kalium und Phosphor verfügt. Niedermoor enthält dagegen reichlich Stickstoff und wenig Kalium und Phosphor. Der im Kompost enthaltene Stickstoff stellt eine kontinuierlich fließende Nährstoffquelle dar. Bei Zweischnittnutzung wurde ein geringfügig höherer Ertrag als bei anderen Nutzungsfrequenzen erzielt. Die ertragssteigernde Wirkung des Kompostes betrug gegenüber der 0-Variante bei 2,5 cm Auflage 40% und bei 5,0 cm 55%. Durch Kompostanwendung geht im Pflanzenbestand der Anteil der Poa-Arten zurück, während sich der Kräuteranteil erhöht.

Steigende Kompostmengen und Schnittfrequenzen erhöhten die Gehalte an Rohprotein, Phosphor sowie Kalium in der Pflanzensubstanz deutlich und die einiger Schwermetalle geringfügig. Über den Bodenschutzeffekt von Bioabfallkompost können aufgrund der nur dreijährigen Laufzeit der Versuche und der noch nicht erreichten Endaufbringungsstärken bislang keine Aussagen getroffen werden. Die Schadstofffrachten an Schwermetallen könnten dabei ein begrenzender Faktor sein.

Extensive Beweidung von Niedermoorgrünland **und** deren Auswirkung **auf** Verdichtung und Nmin-Gehalt des Bodens  
 H. König, J.B. Rieder<sup>\*</sup>

### Einleitung

Intensive ackerbauliche Nutzung begünstigt eine rasche Degradierung von Niedermoorböden sowie den oxidativen Torfabbau und die damit verbundene Moorsackung. Eine niedermoorverträgliche Landnutzung - im Sinne eines landwirtschaftlichen Produktionssystems - wird durch die Umwandlung von Acker in Grünland mit ganzjähriger Bodendeckung gefördert. Im Rahmen eines vom Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten finanzierten Forschungsvorhabens werden seit 1993 verschiedene Formen der extensiven Grünlandnutzung auf ackerbaulichen Grenz- und Extremstandorten untersucht. Erste Ergebnisse zur extensiven Weidenutzung auf Niedermoorböden und deren Auswirkung auf Verdichtung sowie mineralische Stickstoffgehalte im Boden werden hier vorgestellt.

### Material und Methoden

Die Untersuchungen werden auf Niedermoorgrünland des Donau- bzw. des Dachauer Mooses durchgeführt. Das Donaumoos ist als Versumpfungsmoor durch Rückstau der zur Donau fließenden Bäche entstanden und mit rund 10 000 ha das größte Moorgebiet Bayerns. Bei dem in der Münchner Schotterebene gelegenen Dachauer Moos handelt es sich um ein Quellstau- bzw. Sielcermoor mit wasserundurchlässigem, tonigem Untergrundmaterial.

An Dauerbeobachtungsflächen (a 25 m<sup>2</sup>) werden im zweimonatigen Rhythmus die *Eindringwiderstände* mit Hilfe eines Eijkelkamp Penetrographen bestimmt und *Nmi<sub>11</sub>-Proben* (a 16 Einstiche) in zwei Tiefenstufen von 0 bis 30 cm entnommen. Die Beweidungen erfolgen mit Mutterkühen und Ochsen der geführten Nutztierassen Pinzgauer und Murnau-Werdenfelser bzw. mit Mutterschafen der Rasse Moorschnucken.

Tab.1: Ausgewählte Daten zur standortskundlichen Charakterisierung der untersuchten Flächen:

	Donaumoos		Dachauer Moos	
Nutzung	seit 1991:		seit 1988:	
	Rinderweide	Wiese	Schafweide	Rinderweide
Bodenart / -typ	Niedermoor / M		Niedermoor / aIS	
Torfmächtigkeit	50-80 cm		50cm	40cm
Corg in 0-30 cm	55%		28%	32%
Nt in 0-30 cm	1,9%		1,2%	1,6%
pR-Wert	5,4		7,2	7,3
Höhe (ü. NN)	378m		480m	
O Jahrestemp.	7,6 OC		7,7 OC	
O Jahres NS	696mm		841mm	

### Ergebnisse

In Abbildung 1 und 2 sind vergleichend die Eindringwiderstände bei unterschiedlicher Beweidung (Rind/Schaf) und Grünlandbewirtschaftung (Weide/Wiese) dargestellt:

Beweidung mit Rindern (Abb.1) führt erwartungsgemäß zu höheren (100 bis 400 Newton/cm<sup>2</sup>) Eindringwiderständen als Schafbeweidung (80 bis 280 Newton/cm<sup>2</sup>). Diese Differenz nimmt im Jahresverlauf im Oberboden zu. Im Gegensatz zur Rinderweide ergeben sich bei der Schafweide - unabhängig von der Bodenfeuchte - kaum Veränderungen im Jahresverlauf.

Die Eindringwiderstände der Wiese sowie der Weide (Abb.2) liegen im Bereich von 130 bis 430 Newton/cm<sup>2</sup>. Bei Rinderweide nimmt jedoch der Eindringwiderstand im Oberboden bis 10 cm Tiefe im Lauf der Weideperiode kontinuierlich zu, nach Weideabtrieb und zunehmender Bodenfeuchte wieder ab.

In Abbildung 3 und 4 schwanken die Nmin-Gehalte von 15 bis 130 kg Nmin/ha in 0 bis 30 cm Tiefe und liegen damit in einer mit Mineralbodenstandorten vergleichbaren Größenordnung. Im Donaumoos (Abb. 3) können kaum Unterschiede zwischen den beiden Beweidungsarten festgestellt werden. Unter Schafweide deuten sich tendenziell höhere Nmin-Gehalte ab Jahresmitte an. Dies könnte die Entwicklung des gräserbetonten sowie artenärmeren Pflanzenbestandes bei Schafweide begünstigt haben.

Beim Vergleich von Weide- und Wiesennutzung (Abb. 4.) im Dachauer Moos zeigt sich trotz der N-Rücklieferung über Exkrememente nur bei einigen Terminen und vorwiegend außerhalb der Weideperiode eine Erhöhung der Nmin-Gehalte unter Weidenarben.

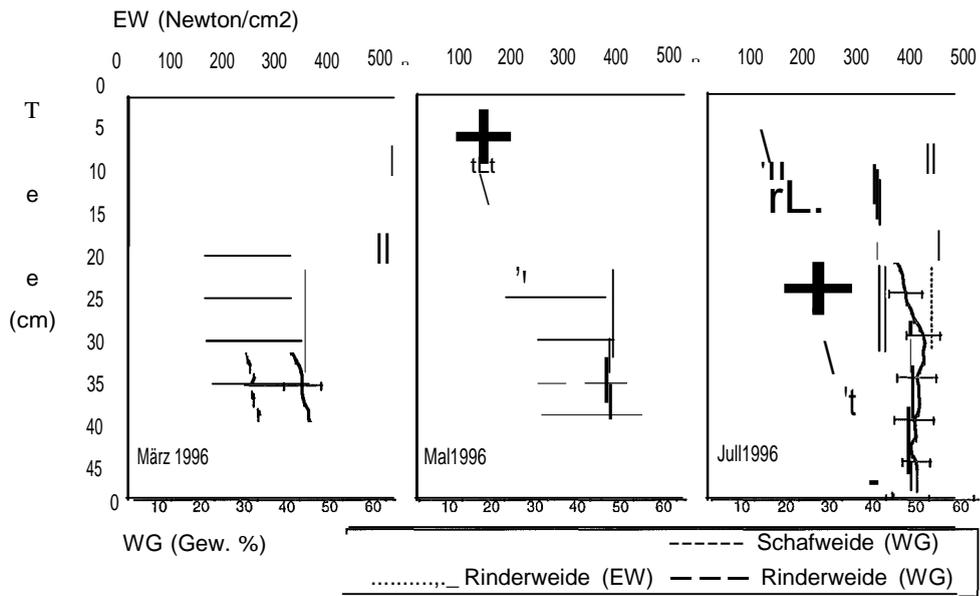


Abb.1: Tiefenverlauf von Eindringwiderstand (EW) und Wassergehalt (WG) bei unterschiedlicher Beweidung (Rind/Schaf)

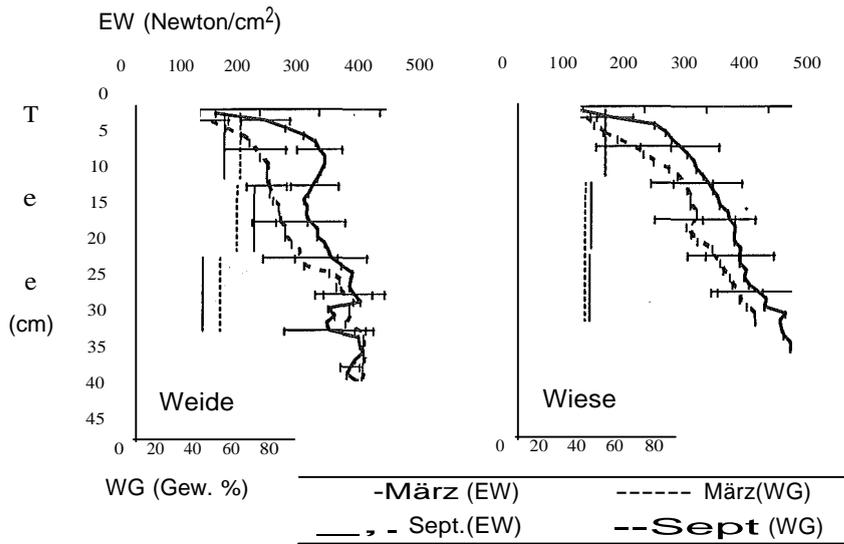


Abb.2: Tiefenverlauf von Eindringwiderstand (EW) und Wassergehalt (WG) bei unterschiedlicher Grünlandbewirtschaftung (Weide-/Schnittnutzung)

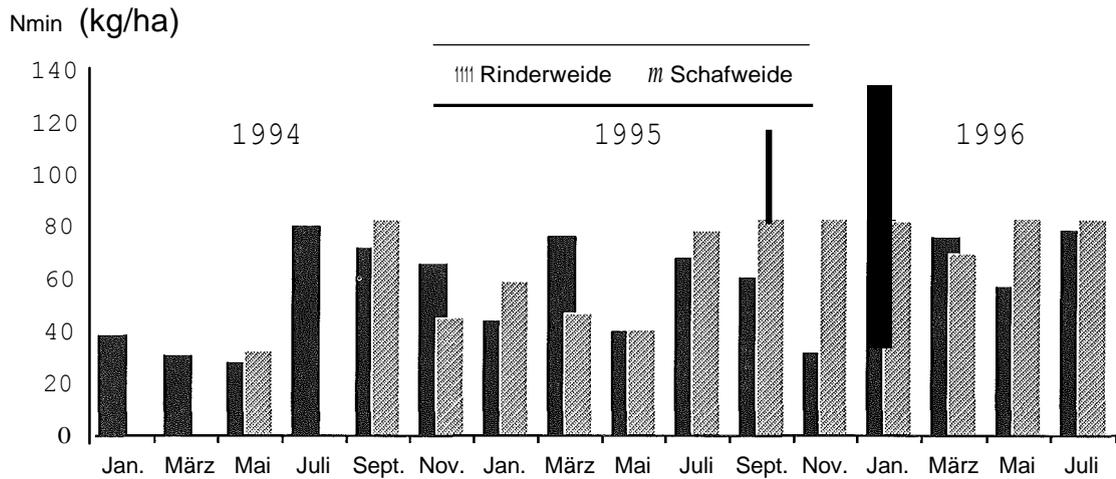


Abb.3: Nmin-Gehalte in 0-30 cm bei unterschiedlicher Beweidung (Rind/Schaf)

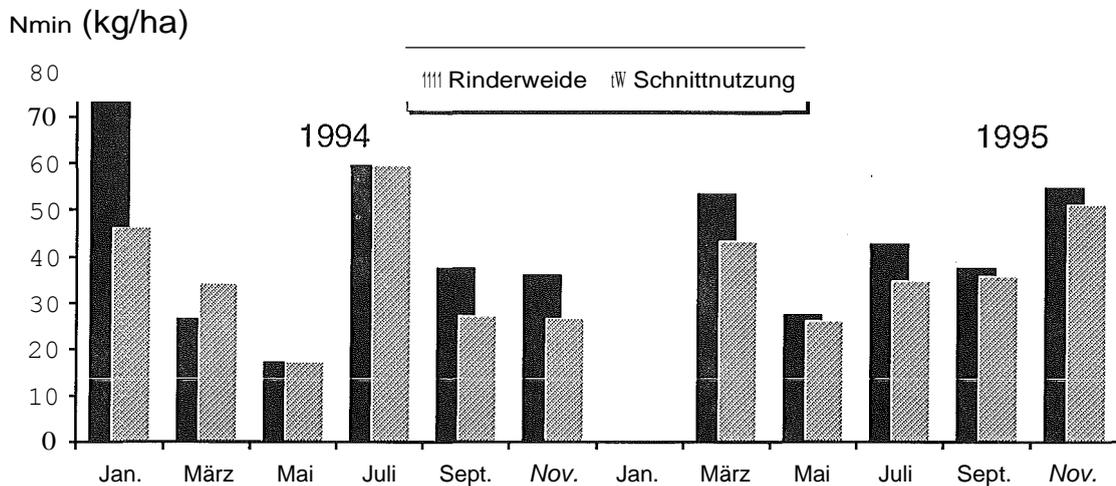


Abb.4: Nmin-Gehalte in 0-30 cm bei unterschiedlicher Grünlandbewirtschaftung (Weide-/Schnittnutzung)

### Zusammenfassung

Die Eindringwiderstände unterschieden sich in Abhängigkeit von der Nutzung (Rinder-/Schafweide/Wiese) beträchtlich. Insbesondere die Beweidung mit Rindern führte zu oberflächlichen Verdichtungen, die im Anschluß an die Weideperiode wieder abnahmen.

Die ermittelten Gehalte mineralischen Stickstoffs lagen unabhängig von der Nutzung (Weide-/Schnittnutzung) auf einem für Niedermoor vergleichsweise geringen Niveau.

Ein Zusammenhang zwischen zunehmender Verdichtung und damit verminderter Sauerstoffzufuhr und Nmin-Gehalte kann nicht nachgewiesen werden.

## Extensive Landnutzung und Landschaftspflege auf Niedermoorgrünland im Havelländischen Luch

W. Leipnitz, A. Fischer, H. Käding \*und G. Schalitz \*\*

### Einleitung

Im Wirtschaftsjahr 1990/91 hatte das Land Brandenburg (ANONYM, 1992) mit die höchste Stilllegungsfläche aller Bundesländer. Wegen des starken Rückganges der Rinderbestände wurden etwa 50.000 ha Grünland nicht mehr landwirtschaftlich genutzt. Extensivierung und Landschaftspflege waren eine notwendige Konsequenz. Geeignete Pflegekonzepte waren gefragt. Auch sollte geklärt werden, inwieweit andere landwirtschaftliche Nutztiere in der Landschaftspflege einsetzbar sind. So lag es nahe, Schafe hinsichtlich Weideeignung auf Niedermoorgrünland im Havelländischen Luch zu prüfen.

Infolge intensiver Bewirtschaftungsmaßnahmen der letzten Jahrzehnte sind artenarme Grünlandbestände entstanden. Deshalb ist die Wiederherstellung des standorttypischen Artenreichtums der Flora durch verschiedene mechanische und zeitlich differenzierte Pflegeverfahren wie Mulchen, Mähen mit Abfuhr des Mähgutes, extensive Beweidung und Kombination beider Verfahren anzustreben. In diesem Zusammenhang sind standortangepaßte Pflegetermine als Grundlage für ein Biotopmanagement zu ermitteln.

### Material und Methoden

Die Versuchsanlage besteht aus 20 Großparzellen von je 1000 m<sup>2</sup> Fläche. Sie ist als ein Streulageversuch mit 4facher Wiederholung zu verstehen. Außerdem gibt es 2 Standweiden von 1 bzw. 0,8 ha Größe, auf denen Schafe der Rassen Skudde und Merinofleischschaf eingesetzt werden. Die Schafe werden u.a. auf ihre Eignung als Weidetier zur Landschaftspflege auf Niedermoorgrünland im Havelländischen Luch geprüft. Die Besatzstärke beträgt 1 GV/ha. Für die Auswertung werden biostatistische Verfahren herangezogen.

Die Zusammensetzung der Pflanzenbestände wird flächendeckend auf den einzelnen Großparzellen und Koppeln bestimmt unter Verwendung der Methoden von BRAUN-BLANQUET (1964) zur Schätzung der Deckungsgrade sowie von KLAPP und STÄHLIN (1936) für die Schätzung der Ertragsanteile.

### Ergebnisse

Hier werden Teilergebnisse des Paulinenaauer Landschaftspflegeversuches mitgeteilt. Der Abbildung 1 ist ein 4jähriger Vergleich zwischen Mähen und Mulchen des Versuchskomplexes mechanische Pflegeverfahren zu entnehmen.

---

\* Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e. V., Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie, Eberswalder Str. 84, D-15374 Müncheberg;

\*\* Forschungsstation Paulinenaue des ZALF, Gutshof 7, 14641 Paulinenaue

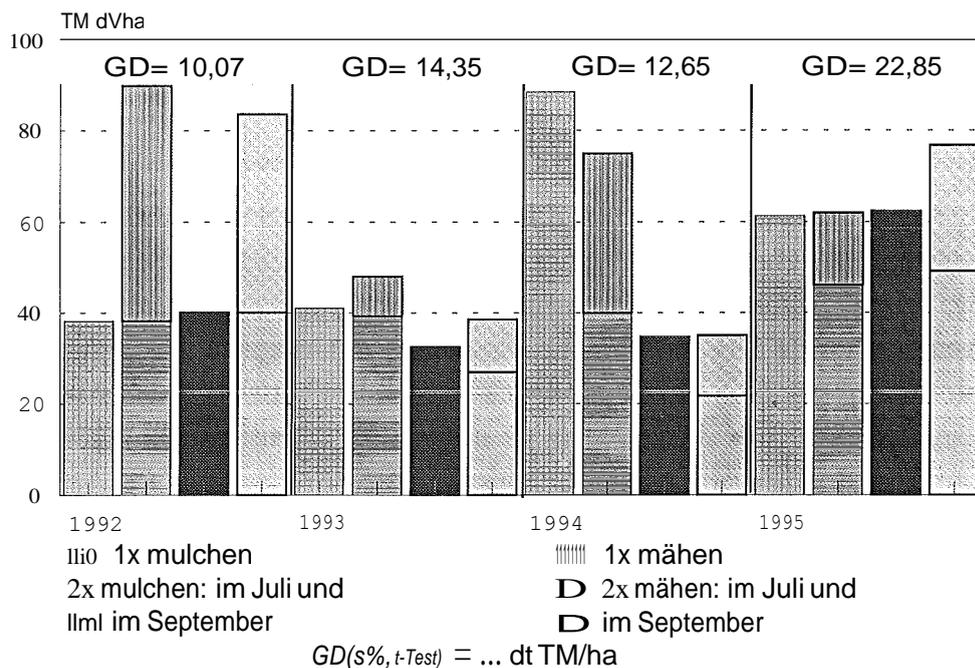


Abb.1: Vergleich zwischen Mähen und Mulchen

Das positive Ergebnis des Tests auf Wechselwirkungen Jahre x Behandlungen veranlaßte zur Anwendung einer einfachen Varianzanalyse für jedes Versuchsjahr. Ein Aushagerungseffekt infolge Mähens mit anschließender Abfuhr des Mähgutes ist im Untersuchungszeitraum erkennbar. Diesen Schluß lassen auch die im Labor ermittelten Kaliumgehalte im Boden zu. Zwischen den Varianten Mähen und Mulchen gibt es keine signifikanten Ertragsdifferenzen. Eine Ausnahme macht das Jahr 1994 (Abb.1). Ein Vergleich zwischen den Varianten einmal ernten im Juli und zweimal ernten macht deutlich, daß signifikante Ertragsunterschiede nur im Jahre 1992 vorliegen. Für den futterwüchsigen Niedermoorstandort war ein zweimaliges Ernten angezeigt auch im Hinblick auf eine schnellere Pflanzenbestandsumschichtung. Diese Maßnahme scheint für den leichten Rückgang der Quecke (*Agropyron repens*) den Ausschlag gegeben zu haben. Die Ergebnisse der Varianten Erntezeitpunkt im Juni bzw. Juni und September ähneln den hier in der Abbildung 1 gezeigten.

Unter Beachtung der rassenspezifischen Besonderheiten, wie Weideverhalten und Futteraufnahmevermögen, sind Schafe für die Pflege meliorierter Niedermoorgrünlandflächen geeignet. Die Weideperiode sollte Anfang Mai beginnen und im Oktober enden wegen der im allgemeinen hohen Grundwasserstände vom Herbst bis Frühjahr, mitunter auch wegen der Vernässung nach Regenfällen. Die Nachmahdversuche auf der Skudden- und Merinofleischschafkoppel diente den Fragestellungen, ob Skudden den Grasbestand besser als Merinofleischschafe abweiden und ob Schafe schwach gedüngtes Weidegras gegenüber nicht gedüngtem bevorzugen.

Nach 4jährigen Versuchen auf Standweiden ist auf der Skuddenkoppel der Weiderest statistisch gesichert geringer. Die Skudden weiden also den Grasbestand besser ab als Merinofleischschafe. Skudden weiden auch rohfaserreiche Grasbestände gut ab. Beide Schafrassen bevorzugen schwach gedüngtes Weidegras. Die Differenzen in den Jahren 1994 und 1995 sind im Vergleich zum Weiderest der nicht gedüngten Fläche statistisch gesichert. Eine jährlich zweimalige Endoparasitenprophylaxe sichert die Gesundheit und Leistung der Tiere. Bei Ganztagsweide ist eine Schutzhütte zu bauen und eine Tränkstelle einzurichten. Verhaltenskriterien bei Schafen sind die Lokomotionsgeschwindigkeit und Synchronität beim Grasen. Letztere beträgt bei der Skudde 0,71...0,82, beim Merinofleischschaf 0,57...0,62 % im Mittel der Versuchsjahre.

Die Pflanzenbestände sind noch artenarm. Sie bestehen hauptsächlich aus *Agropyron repens*, *Poa pratensis*, *Poa trivialis* und *Festuca pratensis*. *Alopecurus geniculatus* und Einzel Exemplare von *Thalictrum flavum* und *Juncus articulatus* sind auf Teilflächen nach Starkniederschlägen im Juni und Dezember 1993 hinzugekommen.

Auf stillgelegten und sich selbst überlassenen Niedermoorgrünlandflächen siedeln sich häufig großflächig nitrophile Hochstauden an und können zu Problempflanzen dieser Grünlandflächen werden (LEIPNITZ et al., 1995). Dabei handelt es sich um die Große Erennessel (*Urtica dioica*) und die Ackerkratzdistel (*Cirsium arvense*). Bereits im Sommer des ersten Versuchsjahres waren sie auf mehreren Großparzellen und den beiden Schafweiden mehr oder weniger unauffällig in die Grünlandpflanzengesellschaft eingestreut. Sie bevorzugten die lockeren, höher gelegenen Partien, die überwiegend frischen - also etwas trockneren - Lagen. Die Entwicklung sei auf der mit der stärksten Ausbreitung von *Urtica dioica* gekennzeichneten Großparzelle an zwei Zahlen demonstriert. Im Mai 1992 betrug der Ertragsanteil 3% und im gleichen Monat des Jahres 1995 bereits 45 %, das entspricht einem Deckungsgrad nach BRAUN-BLANQUET von 1 bzw. 4 !

### **Schlußfolgerungen**

Die Ergebnisse des Paulinenauer Landschaftspflegeversuches können für die Entwicklung geeigneter Pflegekonzepte in der Agrarlandschaft des Havelländischen Luches herangezogen werden. Schafe sind für die Pflege meliorierter Niedermoorgrünlandflächen geeignet. Muß in Ermangelung von Weidetieren bzw. bei Verzicht auf Heuwerbung mechanisch gepflegt werden, so ist dem Mulchen der Vorrang einzuräumen.

Extensive Bewirtschaftung und nachgeahmte frühere Pflegemaßnahmen haben im Zeitraum von 4 Jahren keine relevante Pflanzenbestandsumschichtung bewirkt. Auf den mechanisch zweimal geernteten Großparzellen ist der Queckenanteil leicht zurückgegangen. Auf der Standweide wird die Ausbreitung nitrophiler Hochstauden gefördert. Aber auch auf den höher gelegenen, frischen Lagen der Mäh- und Mulchflächen siedeln sich diese Arten an und breiten sich in wenigen Jahren sehr stark aus, so daß sie zu Problempflanzen dieser Grünlandflächen werden. Spezielle Pflegemaßnahmen sind dann durchzuführen. Umstellungen im Versuchsprogramm sind im Jahre 1996 eingeleitet worden. Die langsam ablaufenden Veränderungen in der Zusammensetzung der Pflanzenbestände erfordern die Weiterführung der Versuche.

### **Literatur**

- ANONYM (1992): Bericht zur Lage der Land-, Ernährungs- und Forstwirtschaft des Landes Brandenburg. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
- BRAUN-BLANQUET, J.(1964): Pflanzensoziologie. Springer Wien, New York.
- KLAPP, E.; A., STÄHLIN (1936): Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistung des Grünlandes. E. Ulmer Stuttgart.
- LEIPNITZ, W., G. SCHALITZ, H. KÄDING (1995): Problempflanzen und Landschaftspflege auf Niedermoorgrünland. In: A: Werner und M. Glemnitz: Folgenabschätzung in der Landnutzung. ZALF-Bericht Nr. 22, S. 45- 51

## Einfluß von Grünlandnutzung und -pflege auf die Vegetation von Niedermoorgrünland Irene Baeck, R. Schuppenies\*

### Zielstellung

Das brandenburgische Niedermoorgrünland wurde nach der komplexen Melioration in den 60er Jahren überwiegend intensiv als Saatgrasland genutzt. Die seit Beginn der 90er Jahre drastisch veränderten Wirtschaftsbedingungen machen eine solche Bewirtschaftung auf Niedermoor nahezu unmöglich. Gegenwärtig werden diese Standorte meist extensiv genutzt. Es besteht aber auch die Gefahr, daß weite Bereiche brachfallen.

Grünlandbrachen können die Entwicklung interessanter Pflanzengemeinschaften ermöglichen und dadurch das Landschaftsbild bereichern (SCHWAAR, 1990). Jedoch sind sie nicht immer erwünscht, beispielsweise, wenn sich großflächig artenarme Ruderalgesellschaften ausbilden. Daher wurden verschiedene landschaftspflegerische Maßnahmen hinsichtlich ihres Einflusses auf die Pflanzenbestände geprüft und mit einer Brache verglichen.

### Methodik

Standort:	<i>Sandrücken auf Niedermoor</i> ; etwa 28,7 bis 29,1 m über NN Tiefpflugsanddeckkultur; etwa 28,5 m über NN; teilweise Überflutung im Winter und Frühjahr
Ansaat:	1989- Wiesenschwingel, Wiesenrispe, Wiesenlieschgras
Nutzung:	bis 1991 Mähnutzung, 2 - 3 Aufwüchse
Düngung:	ohne NPK
Prüfglieder:	<i>Schnitt, Mulchen zu verschiedenen Termiinen bzw. Brache</i> 1 Schnittnutzung Ende Mai, Mitte Juli, Ende September 2 Mulchen Ende Mai, Mitte Juli, Ende September 3 Mulchen Mitte Juni, Ende September 4 Mulchen Mitte Juli, Ende September 5 Brache
Anlageparzelle:	6 x 25 m = 150m <sup>2</sup>
Versuchsanlage:	Ifaktorielle Blockanlage, r = 3

Die Vegetation der Versuchspartellen wurde jährlich erfaßt. In den beiden Abbildungen sind Ergebnisse von Ertragsanteilschätzungen und Ertragsermittlungen dargestellt.

---

\* Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue e. V., 14641 Paulinenaue

### Ergebnisse

Zu Beginn der Untersuchungen 1992 hatten Wiesenschwingel und Wiesenrispe den Hauptanteil am Trockenmasseertrag auf dem **Sandrücken** (Abb. 1). Wenig Quecke und etwas Erennessel waren bereits vorhanden. Zwischen den Prüfgliedern gab es nur geringfügige Unterschiede.

Eine starke Differenzierung zeigte sich 1995. Besonders auffallend war der hohe Brennesselanteil, insbesondere auf der brachliegenden Fläche. Lediglich die dreimalige Mahd hatte ihre starke Ausbreitung verhindern können. Nach SCHMIDT (1984) verhindert bereits zweimalige Mahd die Ausbreitung mehrjähriger Ruderalarten. Der Ertragsanteil der Quecke erhöhte sich bei allen Prüfgliedern.

Die Pflanzenbestände können folgenden Vegetationseinheiten zugeordnet werden: Grünlandgesellschaften (Prüfglied 1: 3malige Mahd); halbruderale Quecken-Trockenrasen, die zu zwei- und mehrljährigen Unkraut- und Ruderalgesellschaften tendieren (Prüfglieder 2 bis 4: Mulchen) sowie zwei- und mehrljährige Unkraut- und Ruderalgesellschaften (Prüfglied 5: Brache). Die Entwicklung dieser Pflanzenbestände ist jedoch noch nicht abgeschlossen. Beispielsweise beschreibt SCHRAUTZER (1988) verschiedene pflanzensoziologische Abbaustadien von *Urtica dioica*.

Auf der **Tiefpflugsanddeckkultur** hatte der Wiesenschwingel 1992 noch den Hauptanteil an der Trockenmasse (Abb. 2).

Auch hier veränderten sich die Pflanzenbestände in Abhängigkeit von den Pflegemaßnahmen. Wegen des höher anstehenden Grundwassers ergibt sich jedoch ein völlig anderes Bild.

Der Ertragsanteil des Wiesenschwingels ging überall drastisch zurück, der des Rohrglanzgrases erhöhte sich stark. Auf der brachliegenden Fläche hat Wiesenschwingel keinen nennenswerten Anteil am Ertrag mehr.

Die Pflanzenbestände können den folgenden Vegetationseinheiten zugeordnet werden: Flutrasen und feuchte Weiden (Prüfglied 1: 3malige Mahd) sowie Röhrichte und Großseggen-sümpfe (Prüfglieder 2 bis 5: Mulchen und Brache).

Der **Artenreichtum** war auf der 3 x gemähten Variante am höchsten. Auch KAPPER (1987/1988) bezeichnet die Mahd mit Abtransport des Mähgutes als geeignetstes Verfahren zur Erhöhung des Artenreichtums von Grünlandbeständen. Mulchgut behinderte die Etablierung artenreicher Bestände etwas weniger als Altaufwuchs. Auf der brachliegenden Fläche konnten sich nur wenige Arten ansiedeln. Das deckt sich mit Untersuchungsergebnissen von

Abb.1: Wirkung der Pflegemaßnahmen auf die Erträge einzelner Arten auf dem Sandrücken

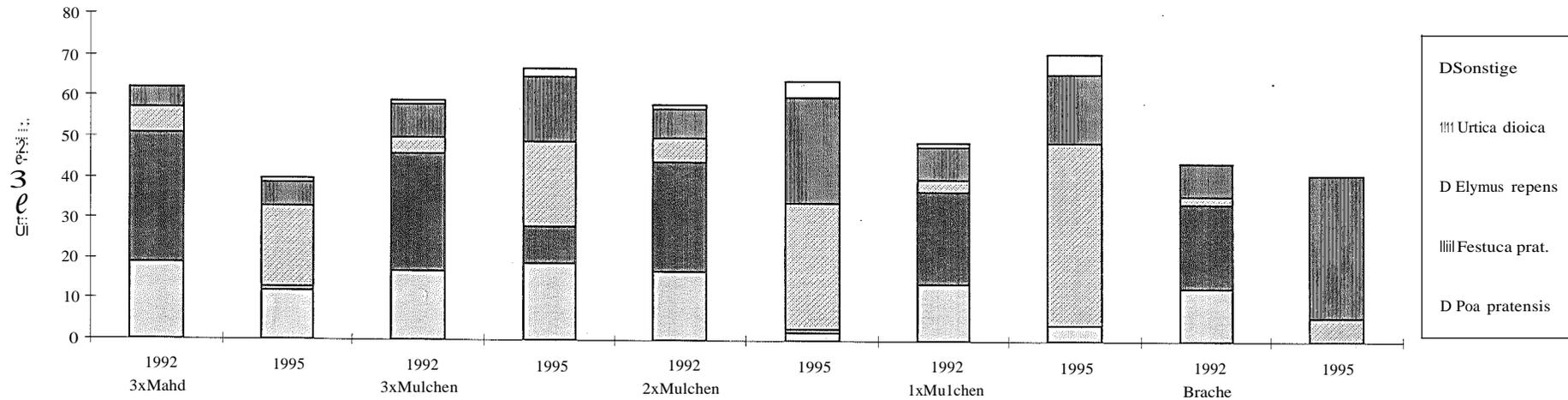
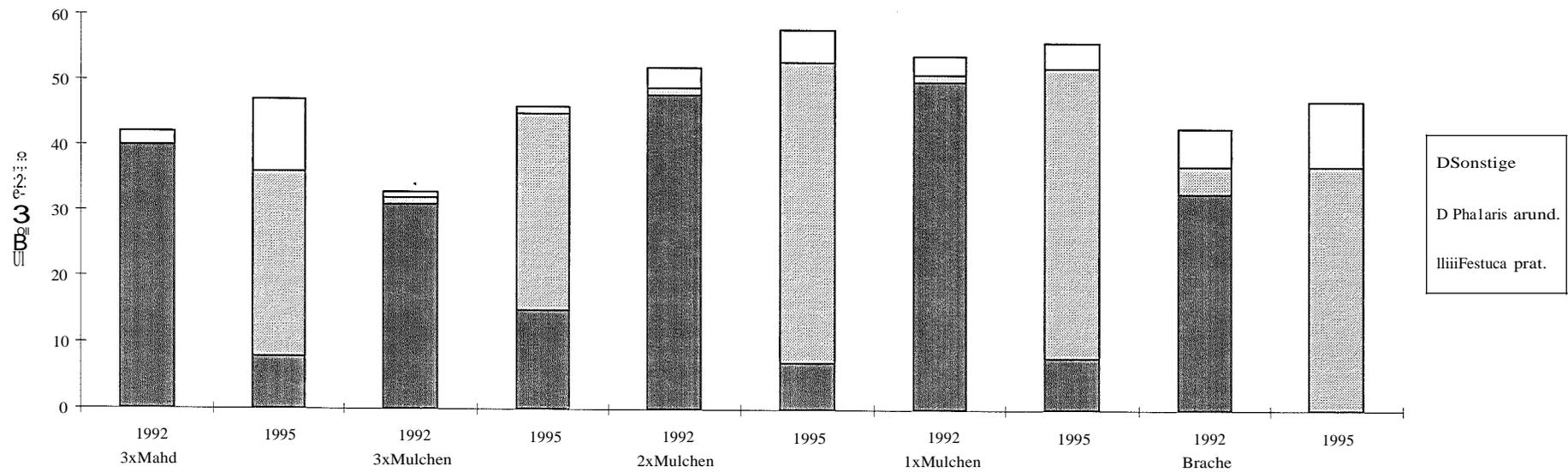


Abb.2: Wirkung der Pflegemaßnahmen auf die Erträge einzelner Arten auf der tiefpflugsanddeckkultur



PFADENHAUER (1987) und SCHWAAR (1990), die die Entwicklung artenarmer Bestände auf brachgefallenem Niedermoorgrünland beschreiben.

### **Zusammenfassung**

Die Versuchsergebnisse zeigen den Einfluß von Grundwasserstand und Bewirtschaftung auf die Entwicklung von Grünlandbeständen auf Niedermoor. Die Gefahr der Entwicklung von Ruderalgesellschaften besteht vor allem auf höher liegenden Bereichen, die selten oder nicht genutzt werden. Bei höher anstehendem Grundwasser entwickelten sich in Abhängigkeit von der Schnitthäufigkeit Röhrichte und Kriechrasen. Der Artenreichtum wurde durch Mahd und Abräumen des Mähgutes am besten gefördert. Eine noch festzulegende Veränderung einiger Prüfglieder erscheint auf Grund der bisherigen Versuchsergebnisse sinnvoll.

### **Literatur**

- KAPFER, A.: Renaturierung gedüngter Feuchtwiesen - eine erste Anleitung für die Praxis, Naturschutzforum 1/2, 1987/1988: 159- 171
- PFADENHAUER, J.; KAPFER, A.; MAAS, D.: Renaturierung von Futterwiesen auf Niedermoortorf durch Aushagerung, Natur und Landschaft 62, 1987: 430- 434
- SCHMIDT, W.: Mahd ohne Düngung - Vegetationskundliche und ökologische Ergebnisse aus Dauerflächenuntersuchungen zur Pflege von Brachflächen, in: SCHREIBER, K.-F.: Sukzession auf Grünlandbrachen, Vorträge eines Symposiums der Arbeitsgruppe "Sukzessionsforschung auf Dauerbrachen" in der internationalen Vereinigung für Vegetationskunde (IVV) in Stuttgart- Hohenheim. Paderborn: F. Schöningh 1985, S. 81 - 99 (Münstersche Geographische Arbeiten 20)
- SCHRAUTZER, J.: Pflanzensoziologische und standörtliche Charakteristik von Seggenriedern und Feuchtwiesen in Schleswig - Holstein, Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig- Holstein und Hamburg, Heft 38, 1988
- SCHWAAR, J.: Vegetationsentwicklung von aus landwirtschaftlicher Nutzung entlassenem Grünland, Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung, 31, 1990: 124 - 130

## Nachsaaten auf Niedermoorgrünland

G. Kunkel\*

### Problem und Aufgabenstellung

Lückige Grünlandbestände sind ertragsschwach, neigen zur Verunkrautung und liefern dann eine schlechte Futterqualität

In einem Feldversuch war die Wirksamkeit verschiedener Nachsaat- und Neuansaatvarianten (als Direktsaat = DS) mit unterschiedlichen Saatzeiten und Saatmischungen, mit und ohne Stickstoffdüngung zur Erhaltung und Verbesserung eines alternden, lückigen Grünlandbestandes zu untersuchen.

### Versuchsdurchführung

Versuchsbeginn:	Sommer 1992
Pflanzenbestand:	locker bis lückig, beginnende Verunkrautung
N-Düngung:	Teilversuch mit 140 kg N/ha (60/40/40/0) Teilversuch ohne N-Düngung
Saatvarianten:	Nachsaat als Übersaat mit Ackerdrillmaschine oder als Schlitzsaat mit der Grünlanddrillmaschine der Fa. Köckerling Neuansaat als Direktsaat nach chemischer Narbenahtötung (DS)
Saatzeiten:	August 1992 und April 1993
Saatmischungen:	Dt. Weidelgras (Vielseitiges Sortengemisch) + Weißklee Festulolium + Weißklee

### Ergebnisse

Die nachgesäten Gräser etablierten sich in den ersten beiden Jahren langsam, erreichten dann aber im dritten Jahr (1995) mittlere bis hohe Bestandesanteile.

Der nachgesäte Weißklee konnte sich im Teilversuch mit Stickstoffdüngung nicht ausreichend etablieren. In den Neuansäen waren die Weißkleeanteile meist höher.

Im Teilversuch ohne Stickstoffdüngung siedelte sich der nachgesäte Weißklee bereits im ersten Jahr allmählich an und erreichte sowohl in den Nachsaat- als auch in den Neuansaatvarianten bereits ab dem zweiten Jahr mittlere bis hohe Bestandesanteile. Diese grundlegend unterschiedlichen Ergebnisse in beiden Teilversuchen machen eine gesonderte Betrachtung erforderlich. Der Queckenbesatz war in den Saatvarianten beider Teilversuche bedeutungslos gering, in den unbehandelten Kontrollvarianten dagegen deutlich höher.

Mit Stickstoffdüngung war im Altbestand- durch die Vierschnittnutzung gefördert- ein rascher Bestandesschluss mit relativ hohen Trockenmasseerträgen zu verzeichnen. Eine weitere Ertragssteigerung durch die Nachsaat zeichnete sich im dritten Jahr (1995) ab. In den Neuansäen gab es in

---

\* Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue e. V., 14641 Paulinenaue

der Etablierungsphase erhebliche Ertragsausfälle. In den beiden Folgejahren stiegen die Erträge deutlich an und lagen 1995 um durchschnittlich 29 % über denen der Kontrollvarianten. Die Rohfaser- und Rohproteingehalte wurden durch die Nachsaaten nicht nachhaltig verändert.

**Ohne Stickstoffdüngung** konnte der nachgesäte Weißidee bereits ab dem zweiten Jahr Mehrerträge von durchschnittlich etwa 50 % bewirken. Das Ertragsniveau der Neuansaat entsprach dem der Nachsaatvarianten.

Die Durchschnittserträge der Nach- und Neuansaatvarianten ohne Stickstoffdüngung lagen auf gleicher Höhe wie die der Kontrollvarianten im Teilversuch mit Stickstoffdüngung (s. Tabelle).

Einfluß verschiedener Nach- und Ansaatvarianten auf die TS-Erträge von Niedermoorgrünland

Varianten	1993		1994		1995	
	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.	dt/ha	rel.
<b>mit Stickstoffdüngung</b>						
Kontrolle	92,7	100	87,7	100	106,4	100
X ÜbersaatvaL	83,8	90	89,1	102	115,7	109
X DurchsaatvaL	91,4	99	83,9	96	116,2	109
X Nachsaatvar.	87,6	94	86,5	99	116,0	109
X DirektsaatvaL	64,0	69	92,1	105	137,1	129
<b>ohne Stickstoffdüngung</b>						
Kontrolle	67,8	100	54,3	100	69,2	100
X ÜbersaatvaL	71,5	105	84,2	155	108,8	157
X Durchsaatvar.	71,9	106	82,7	152	97,3	141
X NachsaatvaL	71,7	106	83,4	154	103,1	149
X DirektsaatvaL	54,1	80	97,2	179	104,5	151

Die Rohfasergehalte wurden insbesondere im zweiten Jahr (1994) in den Saatvarianten durch die höheren Weißkleeanteile etwas gesenkt.

Die Rohproteingehalte lagen in diesem Teilversuch ohne Stickstoffdüngung in den Kontrollvarianten erwartungsgemäß deutlich niedriger als in denen mit Stickstoffdüngung. In den Saatvarianten bewirkte der Weißidee eine Steigerung der Rohproteingehalte über das Niveau der mit Stickstoff gedüngten Bestände hinaus.

### Schlußfolgerungen

Lückige Grünlandbestände können durch Nachsaaten verbessert werden. Besonders erfolgversprechend sind Nachsaaten mit Weißkleeanteil in lückige Grünlandbestände mit geringer oder ohne Stickstoffdüngung. Da sich die nachgesäten Gräser nur langsam etablieren, werden Nachsaaten frühestens nach einer Vegetationsperiode spürbar ertrags- und qualitätswirksam. Hartnäckige Grünlandunkräuter sind rechtzeitig vor der Nachsaat zu vernichten.

Bei hohem Queckenanteil kann in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsintensität eine Grünlanderneuerung zweckmäßig sein. Für die Entscheidung ist zu beachten, daß eine Nachsaat weniger Aufwand erfordert als eine Neuansaat und daß dabei mit dem Altbestand das vorhandene Ertragspotential erhalten bleibt. Damit sind Totalausfälle infolge mißlungener Neuansaaten unwahrscheinlich.

Nachsaaten haben besondere Bedeutung bei mäßiger bis geringer Bewirtschaftungsintensität, wo sich die höheren Aufwendungen für eine Grünlanderneuerung nicht rechnen, wo kein Zwang zu hohen Grünlanderträgen besteht und wo moderate Konkurrenzverhältnisse im Pflanzenbestand die Etablierung der nachgesäten Jungpflanzen ermöglichen.

Als Nachsaatmischung ist vorzugsweise ein Sortengemisch von Deutschem Weidelgras mit 2 kg/ha Weißidee und bei Mähweidenutzung bis zu 50% Wiesenschweidel zu empfehlen. Die erforderliche Saatstärke liegt bei 20 kg/ha.

Die Konkurrenz des Altbestandes sollte bereits vor der Nachsaat und nachher für mindestens eine bis zwei Vegetationsperioden durch Weidenutzung reduziert werden.

## Die Laufkäfer- und Heuschreckenzönosen von Extensivweiden auf Niedermoor im Havelländischen Luch

E.-E. Krüper \*

### 1. Einleitung

Anfang der 70er Jahre wurden zur Intensivierung der Futterproduktion in fast allen größeren Niedermoorgebieten der ehemaligen DDR Komplexmeliorationen durchgeführt und die Moore anschließend intensiv als Saatgrasland mit Umbrüchen und Stickstoffdüngung genutzt (SUCCOW, 1988). Das führte zu einer großflächigen Moordegradierung und zum Verschwinden vieler Tier- und Pflanzenarten, die sich auf Grund der über Jahrhunderte währenden extensiven, dem Feuchtgrünland angepaßten Bewirtschaftung dort etabliert hatten (LITZBARSKI u. EICHSTÄDT, 1993). Aus ökologisch hochwertigem Dauergrünland auf Niedermoor wurden so monotone Saatgrasschläge. Nach der politischen Wende und den daraus resultierenden veränderten agrarpolitischen und -ökonomischen Bedingungen (u. a. drastische Reduktion der Tierbestände) wurden die Niedermoore als marginale Standorte zum größten Teil aus der intensiven Nutzung genommen. Dadurch bot sich die Chance, durch standortangepaßte Nutzungs- und Sanierungskonzepte die Moordegradierung und den damit einhergehenden Verlust ursprünglich hoher Artenvielfalt aufzuhalten und ökologisch wertvolle Feuchtbiotope zurückzugewinnen. Das war der Ausgangspunkt für das Verbundprojekt "Ökosystemmanagement für Niedermoore" des BMFT-Förderschwerpunktes "Biotop- und Artenschutz", das 1991 durch Wissenschaftler verschiedener Institutionen initiiert wurde und zu dem neben dem Rhin-Havel-Luch und der Friedländer Großen Wiese auch die nordwestdeutschen Moore Dümmer und Drömling gehören. Ziel dieses Verbundprojektes ist die Wiedervernässung und Renaturierung von Niedermooren unter extensiver Grünlandbewirtschaftung zur Offenhaltung der Flächen.

Im Havelluch bei Paulinenaue, als stark reliefiertes, durch Sanddurchragungen geprägtes, nur begrenzt wiedervernäßbares Niedermoor, war der Forschungsschwerpunkt auf die extensive Weidenutzung mit Rindern ausgerichtet. Neben den Untersuchungen zum Wasserregime, der Gefüge- und Stoffdynamik, der Vegetation, der Nutzungsbewertung und dem Biotopmanagement wurde auch die Populationsdynamik der Arthropodenfauna untersucht.

Die faunistischen Untersuchungen müssen im Gegensatz zu den botanischen auf solche Tiergruppen beschränkt bleiben, über deren Biologie und Ökologie entsprechende Kenntnisse vorliegen, die nur in bestimmten Zeitabschnitten einfach erfaßt werden müssen und in unterschiedlichen Bereichen (Boden, Streuschicht, Aufwuchs) leben. Unter weiterer Berücksichtigung der begrenzten Kapazität wurden als zu untersuchende Tiergruppen die Laufkäfer (Carabidae) und Heuschrecken (Saltatoria) ausgewählt.

---

\* ZALF Müncheberg, Forschungsstation, Gutshof 7, D-14641 Paulinenaue

## 2. Untersuchungsflächen und Methoden

Die faunistischen Untersuchungen wurden von 1992 bis 1994 auf den Moorrenaturierungsflächen bei Paulinenaue durchgeführt. Sie erfolgten in der freien Sukzession und auf den Weideflächen Spitzkoppel und Rechteck I mit einem Weidetierbesatz von 1 GVE/ha. Die Beweidung erfolgte zuerst mit Galloway-Jungrindern, ab 1993 wurden auf der Spitzkoppel schwarzbunte Färsen eingesetzt. Entsprechend dem Relief der Untersuchungsflächen wurden die Versuchsvarianten **naß** (Senken), **feucht** (mittlerer Grundwasserstand) und **trocken** (Sanddurchtragungen) gewählt und entsprechende Transekte angelegt.

Die Laufkäfer wurden im Spätsommer 1992 und im Frühjahr und Spätsommer 1993 in der freien Sukzession und auf der Spitzkoppel erfaßt, da sie im Frühjahr und Spätsommer die höchsten Aktivitätsdichten aufweisen. 1994 fielen die Untersuchungen zugunsten gleicher Erhebungen im Rhinluch weg. Die Laufkäfer wurden in Bodenfallen nach BARBER gefangen, auf jedem Transekt wurden 5 Fallen im Abstand von 10 m eingegraben. Die Fallen (0,5 l Joghurtbecher, Öffnungsdurchmesser 9,5 cm) enthielten zu einem Drittel Fangflüssigkeit nach RENNER (40 % Spiritus, 20 % Glycerin, 10 % Essigsäure, Wasser). Nach jeweils 14 Tagen sind die Fänge entnommen und in 70 %igem Alkohol konserviert worden. Die Bestimmung der Arten erfolgte nach TRAUTNER et al. (1988) und FREUDE et al. (1976).

Die Heuschrecken sind von Ende Juli bis Mitte September mit einem Fangkäfig (Grundfläche 1 m<sup>2</sup>) gefangen worden. Das Gerät wurde entlang jeden Transektes zehnmal aufgesetzt und die darunter gefangenen Heuschrecken ihrer Art zugeordnet, gezählt und wieder freigelassen. Zum Anlegen einer Belegsammlung mußte ein Paar jeder Art mit Essigether getötet und präpariert werden. Die Arten wurden nach HORSTKÜTTE et al. (1991) und BELLMANN (1985) bestimmt.

## 3. Ergebnisse und Dislmsion

### 3.1. Laufliäfer

Im Ergebnis der Untersuchungen zur Zusammensetzung der Laufkäferzönosen in der Sukzession und auf den Weideversuchsflächen (Spitzkoppel) des Havelluches im August 1992, Mai und August 1993 konnten 30 Laufkäferarten aus 16 Gattungen nachgewiesen werden. Davon sind nach ihren Feuchteansprüchen 8 Arten als hygrophil, 17 als mesophil und 5 als xerophil einzustufen. Auf den untersuchten Flächen dominierte die mesophile Wiesenart *Poecilus versicolor*. Mit deutlichem Abstand in der Häufigkeit folgten der ebenfalls mesophile *Pterostichus melanarius*, der hygrophile *Carabus granulatus* und die mesophilen Arten *Calathus fuscipes* und *Amara communis*. Von den meisten Arten konnten nur wenige oder ein Exemplar nachgewiesen werden. In allen Versuchsvarianten dominierten die Käfer mesophiler Arten deutlich, mit steigender Bodenfeuchte (Senken) nahm ihr Anteil zugunsten hygrophiler Arten ab. Im Verlauf der Untersuchungen zeigte sich von 1992 bis 1993 eine leichte Zunahme des Anteils hygrophiler Laufkäfer in den Carabidenzönosen der Sukzession und der feuchten und nassen Weideflächen. Im Frühjahr war die Aktivitätsdichte der Laufkäfer mehr als doppelt so hoch wie im Spätsommer. Durch die Beweidung wurde sie im Vergleich zur

Sukzession stark reduziert. Von den Feuchtgrünlandarten konnten nur *Pterostichus nigrita* und *Agonum viduum* nachgewiesen werden.

### 3.2. Heuschrecken

Nach dreijährigen Untersuchungen konnten auf den Versuchsflächen bei Paulinenaue 9 Heuschreckenarten nachgewiesen werden:

*Conocephalus dorsalis*  
*Metrioptera roeseli* *Tetrix*  
*subulata* *Chrysochraon*  
*dispar* *Chorthippus*  
*apricarius* *Chorthippus*  
*biguttulus* *Chorthippus*  
*brunneus* *Chorthippus*  
*albomarginatus*  
*Chorthippus parallelus*

Die dominierenden Arten waren auf den trockneren Sandrücken der meso-xerophile *Ch. apricarius*, auf den feuchten und nassen Flächen der hygro-mesophile *Ch. albomarginatus*. Die hygrophilen Arten (*Co. dorsalis*, *Ch. dispar*, *T. subalata*), die seit 1993 nachgewiesen wurden und *M. roeseli* (hygro-mesophil) waren hauptsächlich in der Sukzession anzutreffen. Insgesamt dominierten auf den trockneren Flächen Heuschrecken meso-xerophiler Arten, auf den feuchten und nassen Standorten Vertreter hygro-mesophiler Arten. Im Untersuchungszeitraum ist eine Zunahme des Anteils hygro-mesophiler und hygrophiler Arten zuungunsten der meso-xerophilen Arten zu verzeichnen.

#### 4. Diskussion

Im Ergebnis dieser Untersuchungen der Laufkäfer- und Heuschreckenfauna auf den Moornaturierungsflächen im Havelluch bei Paulinenaue ist festzustellen, daß bei beiden Tierartengruppen die Vertreter mesophiler Arten dominierten. Die typischen Feuchtgrünlandbewohner auf Niedermoor waren nur selten oder gar nicht vertreten. Das ist sicherlich auf die jahrzehntelange intensive landwirtschaftliche Nutzung in Verbindung mit entsprechender Grundwasserabsenkung zurückzuführen. Im Verlauf dieser Untersuchungen zeichnet sich jedoch ab, daß mit der Wiederanhebung des Grundwasserspiegels und des Überganges zu einer extensiven Beweidung sich auch der Anteil von Vertretern hygrophiler Arten in der Laufkäfer- und Heuschreckenzone wieder langsam erhöht.

#### Literatur

- BELLMANN, H. (1985):** Heuschrecken: beobachten, bestimmen. Neumann-Neudamm, Melsungen.
- FREUDE, H. (1976):** Carabidae (Laufkäfer). - In: FREUDE, H.; K.W. HARDE, G.A. LOHSE: Die Käfer Mitteleuropas. 2: Adepaga (1) Goecke & Evers, Krefeld.
- HORSTKOTTE, J.; C. LORENZ, A. WENDLER (1991):** Heuschrecken. 9. überarb. Aufl., Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg.
- LITZBARSKI, H.; D. EICHSTÄDT (1993):** Naturschutz und Landwirtschaft im Großtrappenschongebiet Buckow, Kreis Rathenow. Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 2, 37-45.
- SUCCOW, M. (1988):** Landschaftsökologische Moorkunde.- Gustav Fischer Verlag, Jena.
- TRAUTNER, J.; K. GEIGENMÜLLER, B. DIEHL (1987):** Laufkäfer. 5. Aufl., Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg.

## Naturschutzauflagen zum Grünland - Betriebliche Grenzen und Anpassungsmöglichkeiten

G. Neubett \*

### Problemstellung

In Nordostdeutschland - vornehmlich in Brandenburg - befindet sich gegenwärtig eine Vielzahl grünlandreicher Gebiete im Verfahren der Unterschutzstellung (Tab.1). Weitere sind geplant. Angesichts der beträchtlichen Dimensionen dieser NSG und der dem Schutzzweck - vornehmlich Erhaltung und Entwicklung der Niederungs- und Flußauelandschaften als Lebensraum für Wiesenbrüter, Großvögel (u. a. Trappe) und Wasservögel -entsprechenden, teils einschneidenden Auflagen für die Grünlandnutzung stellt sich die Frage nach der sozio-ökonomischen Verträglichkeit mit besonderer Brisanz. Dies umso mehr, als die Mittel für Ausgleichszahlungen knapp sind. Die Durchsetzbarkeit von Unterschutzstellungen hängt daher in entscheidendem Maße von der Höhe der entstehenden Einkommensverluste in den landwirtschaftlichen Unternehmen ab.

Tab. 1 Naturschutzgebiete im Land Brandenburg mit größeren Grünlandarealen

Nr.	Gebietsbezeichnung	Größe (ha)	
		gesamt	dar. GL
1	Naturpark Elbtalau (nur NSG)	6000	3300
2	Karthaneniederung + Königsfließ + Kolreper und Dannenberger Luch	2580	1915
3	Dosseniederung	2855	1990
4	Unteres Rhinluch und Dreetzer See	3945	2850
5	Untere Havel Nord	4715	3350
6	Untere Havel Süd+ Königsgrabenniederung	4430	2860
7	Havelländisches Luch	5585	3300
8	Belziger Landschaftswiesen	4110	2715
9	Nuthe-Nieplitz-Niederung	4900	2180
10	Nationalpark Unteres Odertal	10500	4700
11	Biosphärenreservat Spreewald (nur NSG)	10400	5000
12	Peitzer Teich- und Wiesenlandschaft	2270	940
<b>NSG gesamt</b>		<b>62290</b>	<b>35100</b>

Quelle: Betroffenheitsanalysen, Mitteilung LAGS Eberswalde

\* Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue e. V., 14641 Paulinenaue

Die Quantifizierung der Erwerbsverluste und ihrer Einflußfaktoren war und ist Gegenstand betriebswirtschaftlicher Untersuchungen, zumal hierzu - auch aufgrund der z. T. stark abweichenden Betriebsstrukturen und Flächennutzungsbedingungen in den neuen Bundesländern - noch erhebliche Defizite bestehen.

Zur Ermittlung der Erwerbsverluste wurde ein Betriebskalkulationsmodell (Differenzrechnung) erarbeitet, in dem die futterwirtschaftlichen Restriktionen und Wechselwirkungen besonders detailliert abgebildet sind und der Einfluß unterschiedlicher auflagenbedingter quantitativer wie qualitativer Veränderungen des Futteraufkommens und betrieblicher Faktorkonstellationen und Anpassungsmöglichkeiten über Variantenrechnungen nachvollzogen werden kann. Nachfolgend werden ein Kalkulationsbeispiel dargestellt und - auch in Auswertung von im Land Brandenburg durchgeführten Betroffenheitsanalysen zu beabsichtigten NSG-Ausweisungen - Schlußfolgerungen zur angemessenen Ausgestaltung von Unterschutzstellungen abgeleitet.

### **Ergebnisse**

Die Höhe der Erwerbsverluste und die Anpassungsmöglichkeiten in den landwirtschaftlichen Unternehmen hängen ab von

- der Art und Schwere der Auflagen,
- dem betrieblich betroffenen Flächenumfang,
- der betrieblichen Faktorausstattung,
- den Rahmenbedingungen (Preise, agrarpolitische Regelungen etc.) und
- der Art und Intensität der vorliegenden Flächennutzung, die mit den beiden vorgenannten Faktoren in engem Zusammenhang steht.

Die Auswertung der Strukturen und Flächennutzung von 140 Haupterwerbsbetrieben in zehn NSG ergibt folgende Situation:

- Betriebsform/Produktionsrichtung, Betriebsgrößen (20 bis > 5000 ha LF), Grünlandanteil (7 bis 100% an LF) und flächige Betroffenheit (5 bis 100% der LF) differieren sehr stark.
- Futterbau- und Gemischtbetriebe mit Milchvieh dominieren in den meisten NSG.
- Teilweise liegt bereits ein hoher Anteil extensiver und naturschutzkonformer Grünlandnutzung (Extensivierungsprogramme, Vertragsnaturschutz) - sowohl gesamtbetrieblich (besonders Mutterkuh-, Schaf- und Pferdehalter) als auch auf Teilflächen - vor. Damit sind die den vorhandenen Produktionsbedingungen angepaßten Extensivierungsmöglichkeiten schon weitgehend ausgeschöpft.
- Der reine milchviehhaltende Grünlandbetrieb ist die Ausnahme, gleichzeitiger Ackerfutter- und Marktfruchtbau die Regel.
- Ein Großteil der Betriebe befindet sich noch in der Phase der Umstrukturierung und Neuetablierung. Eine Korrektur der Bezugsbasis (IST-Situation) für die Ermittlung der Erwerbsverluste ist daher erforderlich und gerechtfertigt.

Die mit den NSG-Ausweisungen beabsichtigte deutliche Erweiterung der Nutzungsbeauftragung des Grünlandes führt vornehmlich in den milchviehhaltenden Unternehmen mit Weidenutzung zu hohen Erlösverlusten. Dies besonders dann, wenn aufgrund der Schwere der Auflagen, hoher Flächenbetroffenheit und/oder hoher gesamtbetrieblicher Futterqualitätsansprüche (z. B. ohne Jungrinderaufzucht) die Weidehaltung der Milchkühe stark eingeschränkt wird und ein Teil des Grünlandaufwuchses nicht mehr als Futter verwertbar ist (Tab. 2).

Tab. 2 Erwerbsverluste durch Naturschutzauflagen zum Grünland für ausgewählte Auflagenpakete, Betriebsstrukturen und Flächenbetroffenheit

Auflagenpaket	betroffene Fläche %	Milchkühe mit Weidehaltung				Milchkühe + Färsenaufzucht mit Weidehaltung			
		naturale Auswirkungen			Erwerbsverluste DM/ha	naturale Auswirkungen			Erwerbsverluste DM/ha
		Weide % zu vor	GF-Defizit %	KF-Zukauf % zu vor		Weide % zu vor	GF-Defizit %	KF-Zukauf % zu vor	
keine Düngung, keine PSM, kein Walzen/Schleppen bis 15.6., keine Grünlanderneuerung	30	86	14	105	535	77	14	107	470
	100	55	47	116	585	24	49	116	560
wie vor, zusätzlich keine Mahd und max. 1,5 GVE/ha Weidebesatzdichte bis 15.6.	30	80	15	108	615	74	16	108	480
	100	33	53	129	710	0	55	121	645
wie vor, aber Bewirtschaftungsauflagen bis 15.7., Teilvernässung (Blänken bis 30.5.)	30	75	17	115	925	71	17	112	600
	100	18	83	120	1180	0	61	120	770

### Annahmen

Betrieb: 40% Grünland an LF, Niedermoorstandort, 30...38000 MJ NEL/ha Grünlandertrag, 52000 MJ NEL/ha Silomaisertrag, 7000 kg Milch/Kuh u. J., 3400 kg aus Grundfutter, 150 Tage Milchviehweide, 27 Mon. EKA Färsen, 150/200 Tage Jungrinderweide

Anpassung: Beibehaltung von Viehbestand und Leistung durch Ausgleich des Grundfutterdefizites über Silomaismehranbau, Welksilage-/Heuzukauf und Kraftfutterzukauf; Möglichkeit der Teilweide bei Milchvieh und der Zufütterung; Ausdehnung der Jungrinderweide anstelle der Milchviehweide (2. u. 3. Auflagenpaket); Einsatz nicht verflitterbaren Aufwuchses als Einstreu (3. Paket, 100 % betr. Fläche)

### **Schlußfolgerungen**

Bereits bei Konzipierung von Unterschutzstellungen (Gebietsgröße, Ge- und Verbote) sind Produktionsorganisation und -bedingender Landwirtschaftsbetriebe gebührend zu berücksichtigen. Auflagen, die eine volle Verwertung des Grünlandaufwuchses über das Tier nicht mehr zulassen (z. B. Spätschnitt, Vernässung) oder kostengünstige Nutzungsverfahren (z.B. Weide) stark einschränken, sollten sehr restriktiv gehandhabt werden. Dies gilt in Sonderheit für milchviehhaltende Betriebe mit hohem Grünlandanteil, Weidegang und/oder Flächenknappheit (begrenzte Färsenaufzucht). Selbst wenn im Regelfall durch vermehrten Ackerfutteranbau oder Futterzukauf die Milchviehhaltung aufrecht erhalten werden kann, steigt mit der weiteren Verdrängung der Milchkühe vom Grünland durch unangemessene Naturschutzauflagen angesichts der geringen Viehbestände in den neuen Bundesländern und der niedrigen Rindfleischpreise die Gefahr, daß das Grünland aufgegeben bzw. mit meist höherem Aufwand mechanisch gepflegt werden muß. Eine Differenzierung und gebietliche Zonierung der Auflagen unter Beachtung betrieblicher Gegebenheiten ist daher geboten.

Die Anwendung von Pauschalausgleichen für vorgegebene Auflagenpakete ist aufgrund des starken Einflusses der betrieblichen Flächenbetroffenheit, Faktorausstattung und Produktionsorganisation auf die Höhe der Erwerbsverluste als problematisch anzusehen. Dies trifft vornehmlich für die stark differierenden Betriebsstrukturen in den neuen Bundesländern zu. Differenziertere, die betrieblichen Produktionsbedingungen und Anpassungsmöglichkeiten besser berücksichtigende Ausgleichsregelungen sind trotz berechtigter Forderungen nach Vereinfachung zu empfehlen.

Freiwilliger Vertragsnaturschutz bleibt das einvernehmlichste Instrumentarium, um Naturschutzziele unter Berücksichtigung der betrieblichen Bedingungen durchzusetzen.

Es besteht nach wie vor ein erhebliches Defizit zur fundierten Einschätzung der natürlichen wie betriebswirtschaftlichen Auswirkungen von Naturschutzauflagen.

## Ergebnisse eines 35jährigen Versuches auf Niedermoor in Paulinenaue

H. Käding, W. Leipnitz \*, G. Schalitz \*\*

## 1. Einleitung

Über die Langzeitwirkung verschieden hoher N-Düngung auf Niedermoor gibt es aus Mangel an Dauerversuchen nur wenige Ergebnisse. Bedeutsam ist, ob sich die Höhe der N-Gaben auf den Verlauf der Bodenentwicklungsprozesse auswirkt. Jahrzehntelange unterschiedliche Intensität der Grünlanddüngung des Niedermoorstandortes läßt Auswirkungen auf bodenphysikalische und -chemische Eigenschaften erwarten.

## 2. Material und Methoden

Die Daten wurden aus einem langjährigen N-Düngungsversuch (Anlage Frühjahr 1961) auf Niedermoorgrünland bei Dreischnittnutzung gewonnen. Die Prüfglieder hatten 35 Jahre lang die variierten N-Stufen 0-60-120-240-480 kg N/ha. Die Jahres-N-Menge wurde jeweils in 3 gleichgroßen Teilgaben verabreicht. Die Grunddüngung betrug einheitlich 34 kg P und 126 kg Klha·a.

## 3. Ergebnisse

## 3.1. Einfluß langjähriger N Düngung auf Boden{ennwerte

Gestaffelte Stickstoffdüngung ließ nach über 35 Jahren keinen gesicherten Einfluß auf den Gesamtstickstoff- und Kohlenstoffgehalt des Bodens erkennen (Tab. 1). Das C:N-Verhältnis schwankt deshalb in sehr engen Grenzen.

Tabelle 1: Bodenkennwerte bei gestaffelter N-Düngung

	kg N/ha				
	0	60	120	240	480
ct (%)	30,3	34,4	32,0	34,0	32,5
Nt(%)	2,42	2,76	2,51	2,62	2,60
C:N-Verhältnis	12,5	12,5	12,7	13,0	12,5
Einheitswasserzahl <sup>1</sup>	1,52	1,53	1,24	1,55	1,60

<sup>1</sup> nach Schmidt 1986

\*\* Z-6\LF Müncheberg, Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie  
ZALF Müncheberg, Forschungsstation Paulinenaue

Ein Hinweis auf erhöhte Mineralisation durch N-Düngung ist somit nicht vorhanden. Auch bei der Einheitswasserzahl  $W_1$  (Schmidt 1986), als Parameter der Bodenentwicklung ist kein signifikanter Zusammenhang nachweisbar.

Sowohl die Trockenrohichte als auch die Glührückstände verringern sich bedingt durch den abnehmenden Vererdungsgrad von der obersten Bodenschicht bis in 30 cm Tiefe (Abb. 1). Auch hier lassen sich keine gerichteten Beziehungen zur gesteigerten N-Düngung erkennen.

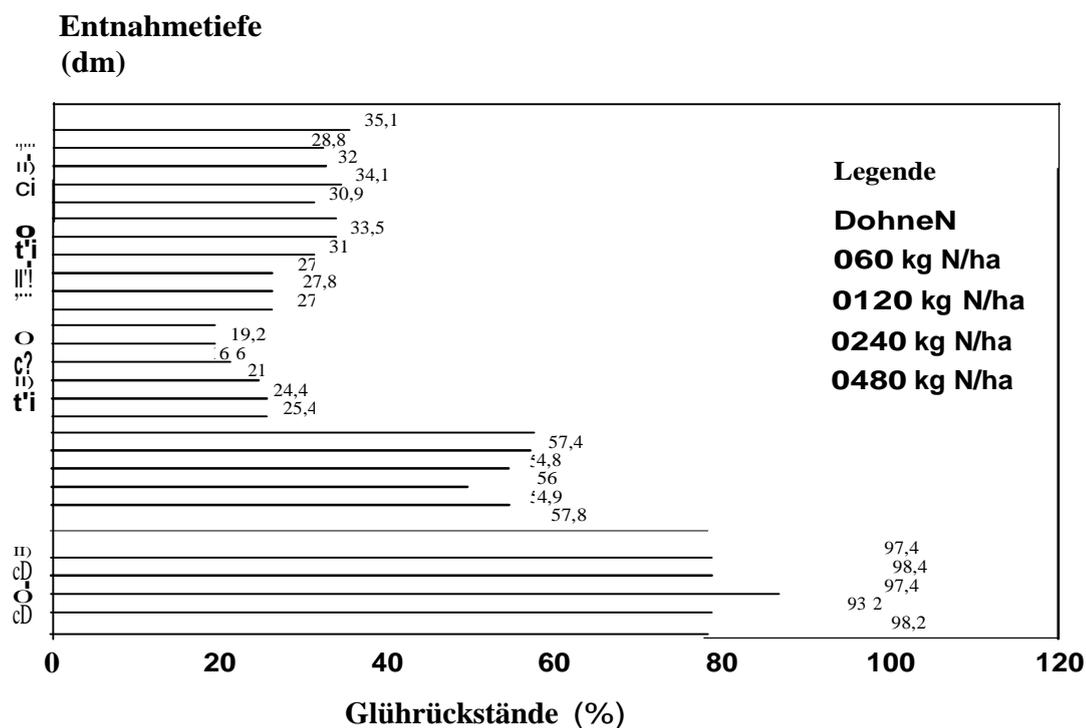


Abb. 1: Glührückstände (%) des Niedermoorstandortes nach langjährig variiertes N-Düngung

In den darunter liegenden Bodenschichten ist wieder ein Anstieg der Trockenrohichten und der Glührückstände zu verzeichnen. Die Zunahme dieser Parameter ist weniger durch die unterschiedliche N-Düngung als vielmehr durch die Heterogenität der Mächtigkeit der Torfaufgabe bedingt.

### 3.2. Einfluß langjähriger N-Düngung auf Nährstoffgehalte und Nährstoffdynamik

Die Kaliumgehalte nehmen von der obersten Bodenschicht bis 50 cm Bodentiefe kontinuierlich ab. Mit zunehmendem Sandgehalt des Unterbodens ist ein K-Anstieg erkennbar (Abb. 2).

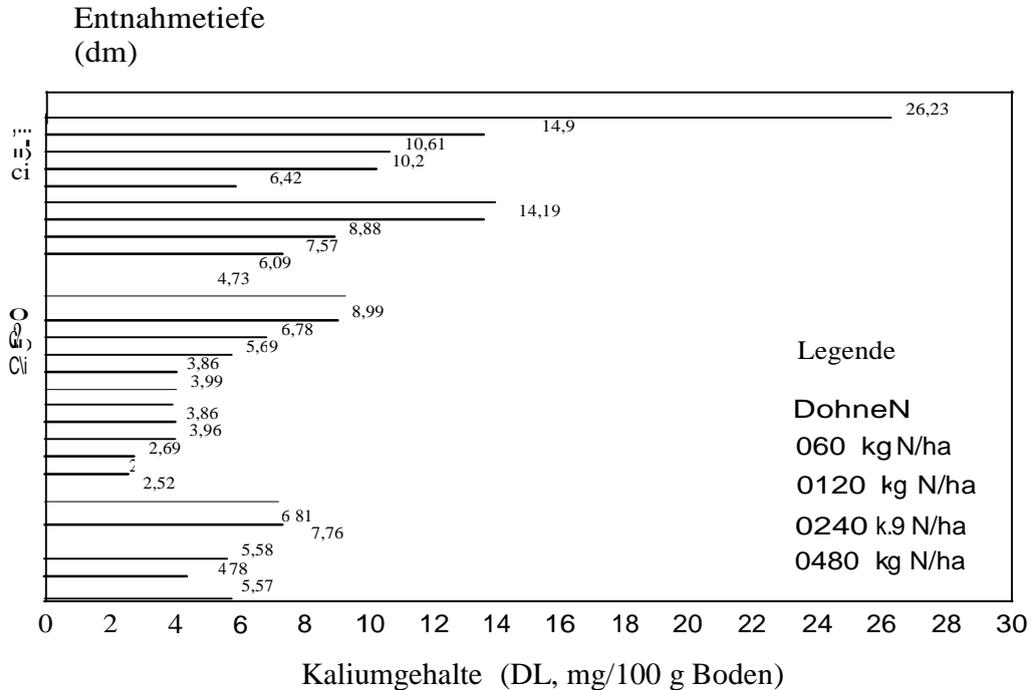


Abb. 2: Kaliumgehalte (DL, mg/100 g Boden) des Niedermoorstandortes nach langjährig variiertes N-Düngung

Durch unterschiedliche Erträge und Nährstoffentzüge bei einheitlicher Grunddüngung aller Prüfglieder und differenzierter N-Düngung sind nach 35 Jahren Versuchsdurchführung große Unterschiede im K-Gehalt des Bodens erkennbar. Diese durch variiertes N-Düngung hervorgerufenen unterschiedlichen K-Gehalte differieren mit zunehmender Bodentiefe weniger stark, sind aber bis 50 cm Tiefe deutlich erkennbar. Beim Phosphorgehalt des Bodens sind die Ergebnisse tendenziell ähnlich. Insgesamt verringern sich die Phosphorgehalte in den Bodenschichten bis 65 cm Tiefe kontinuierlich.

Mit steigender N-Düngung sinkt der pR-Wert im Oberboden deutlich ab. In den einzelnen Bodenschichten ist von oben nach unten eine Erhöhung des pH-Wertes erkennbar.

Da sich N-Düngung auf Niedermoor erfahrungsgemäß nicht auf den N<sub>T</sub>-Gehalt im Boden auswirkt, wurde während der Vegetationsperiode 1995 der Gehalt an mineralischem Stickstoff (NO<sub>3</sub>-N und NH<sub>4</sub>-N) gemessen. Die Ergebnisse zeigen von Messung zu Messung erhebliche Unterschiede. Die Düngungsvarianten 0-60-120 kg N/ha ergaben insgesamt keine Unterschiede, nur die extrem hohe Variante (480 kg N/ha) zeigte erhöhte N<sub>min</sub>-Mengen.

#### **4. Zusammenfassung**

Gestaffelte N-Aufwandmengen über einen sehr langen Zeitraum hatten keinen gesicherten Einfluß auf die Bodenkennwerte wie Trockenrohdichte, Glührückstand, Kohlenstoffgehalt, Stickstoffgehalt und Einheitswasserzahl. Somit ist kein Hinweis auf erhöhte Mineralisation des Moores durch N-Düngung vorhanden.

Höhere N-Gaben verringerten, bedingt durch höhere Entzüge, die Doppellaktatgehalte an Phosphor und Kalium im Boden. Während sich die Phosphorgehalte in den Bodenschichten bis 65 cm Tiefe kontinuierlich verringerten, reduzierten sich die K-Gehalte bis 50 cm Tiefe und stiegen darunter wieder an.

Praxisübliche N-Düngergaben bewirkten keine gesicherten Veränderungen des N<sub>min</sub>-Gehaltes im Moorboden.

#### **Literatur**

SCHMIDT, W.: Zur Bestimmung der Einheitswasserzahl von Torfen. Arch. Acker- u. Pfl. u. Boden. 30(1986).- 251-257.

## Untersuchungen zum Energiebedarf von Mutterschafen auf Niedermoorstandweiden

A. Fischer\*

### Einleitung

Die Erfassung von wirtschaftlich relevanten tierischen Leistungen sowie von umwelt- und ernährungsbedingten ethologischen Reaktionen bietet Voraussetzung zur Kalkulation des Energiebedarfes von Weidetieren.

Damit werden Entscheidungshilfen geboten:

- zur standortangepaßten Auswahl der Nutztiere,
- zur optimierten Gestaltung des Weidemanagements und
- zur Schaffung eines ökologischen Gleichgewichts zwischen Weidetier und Umwelt.

Im folgenden Beitrag sollen deshalb ausgehend von monatlichen Tierwägungen und 14-tägigen Verhaltensbeobachtungen die Relationen zwischen Erhaltungs- und Leistungsbedarf vergleichend kalkuliert und bewertet werden. Der beschriebene Untersuchungszeitraum erfaßt die Jahre 1992 bis 1994.

### Material und Methode

Die Versuchsflächen befinden sich im Großen Havelländischen Luch, in der Nähe der Ortschaft Paulinenaue. Dieser Standort ist typisch für einen Großteil der degradierten Versumpfungsmoore des norddeutschen Tieflandes. Für die Untersuchungen standen Muttertiere zweier Schafrassen (Skudde und Merinofleischschaf) zur Verfügung. Jeweils vor Versuchsbeginn wurden die Lämmer abgesetzt. Während der zeitgleichen Beobachtungen wurden ethologische Parameter und die Laufleistung der Tiere im 5-Minutentakt registriert. Zu diesem Zwecke wurde über die gesamte Versuchsfläche ein 20m \* 20m-Raster gelegt. Während der Untersuchungsperioden wurde der menschliche Einfluß auf die Ausprägung des Verhaltens der Tiere unter Standweidebedingung weitestgehend reduziert. In Tabelle 1 kennzeichnet die berücksichtigten Bedarfswerte.

Tabelle 1: Grundlagen der Kalkulation des Energiebedarfs\*\*

Parameter	Mutterschafe (adult, nichttragend)
Erhaltungsbedarf	0,3 MJ NEL/W <sup>0.75</sup> /d
Zuwachs	25 MJ NEL/kg
Laufen	2,4 J/kg LM/m
Stehen	2,01 KJ/kg LM/h

\*\* nach Van Es, 1975; Hoffmann, 1983; Friesecke, 1984; Gebhardt, 1988; Weißbach, 1993

\* Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V., Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie, Eberswalder Straße 84, D-15374 Müncheberg

## Ergebnisse

Tabelle 2 stellt die Jahresmittelwerte der Lebendmasse sowie die sich daraus ergebenden metabolischen Lebendmassen und die der Zunahmen dar.

Tabelle 2: Lebendmasse, metabolische Lebendmasse und Zunahme der Mutterschafe

		Skudde			Merino		
		1992	1993	1994	1992	1993	1994
Jahr							
Tiere	n	14	15	12	10	9	9
Lebendmasse	kg	36,3	32,1	40,3	60,6	64,4	70,5
metabol.	kg	14,8	13,5	16	21,7	22,2	24,3
Lebendmasse							
Zunahme	g/d	19	13	19	32	28	88

Energetisch relevante Verhaltensparameter demonstriert Tabelle 3. Demnach grasen Skudden während des Lichttages durchschnittlich  $8,51 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$ ; dies entspricht 53,7 % des Lichttages. In dieser Zeitspanne legen die Mutterschafe dieser Rasse durchschnittlich 1763,8 rnl (s % = 29,5) zurück. Merinofleischschafmüttern grasen  $7,62 \text{ h} \cdot \text{d}^{-1}$  (48,0% des Lichttages) und laufen durchschnittlich 1388, 2 rnl (s% = 22,8). In der Lokemotionsleistung treten zwischen beider Rassen signifikante Unterschiede auf. Die Kategorie "Restzeit", sie ist von zeitlich untergeordneter Bedeutung, erfasst solche Verhaltensaktivitäten, wie Trinken, Salzaufnahme, sexuelle Aktivität. Die Phasen ohne Nahrungsaufnahme (Pause) sind gekennzeichnet durch Liegen und Stehen mit und ohne Wiederkäuen. In diesen Perioden dominiert bei beiden Rassen das Liegen. Hierbei zeigen Skudden geringfügig höhere Liegezeiten als Merinofleischschafe. Skudden liegen durchschnittlich 5,55 h/d; Merinofleischschafe liegen dagegen 5,37 h/d. Bedingt durch niedrigere Grasenszeiten und niedrigere Liegezeiten stehen Merinofleischschafe 2,66 h/d (33,1 % der Pausenzeit).

Tabelle 3: Zeitliche Aufteilung der Aktivitäten während des Lichttages

	Skudde		Merino	
	h	%	h	%
Beobachtungszeit	15,86		15,86	
Grasen	8,51	3,7	7,62	48,0
Pause	7,10	4,7	8,03	50,7
Restzeit	0,25	1,6	0,21	1,3

Dieser Zeitaufwand ist um 1,11 h/d höher als bei Skudden. Hieraus resultiert ein durchschnittlicher Energieaufwand für Stehen bei Skudden von 121 KJ/d und bei Merinofleischschafen von 338 KJ/d. Der Energieansatz in Form von Wolle wird als relativ gering eingeschätzt und deshalb an dieser Stelle nicht gesondert berücksichtigt. Er übersteigt nicht 10 % des Erhaltungsbedarfs (Gebhardt, 1988).

Ausgehend von der ermittelten Lebendmasseentwicklung und der Ausprägung des tierischen Verhaltens lassen sich die energetischen Bedarfswerte kalkulieren (Tabelle 4).

Tabelle 4: Kalkulierter Energiebedarf

	<b>Slmdde</b>		<b>Merino</b>	
	MJNEL/d	%	MJNEL/d	%
Erhaltung	4,4	88,0	6,8	78,7
Zuwachs	0,3	6,5	1,3	14,8
Laufen	0,2	3,1	0,2	2,6
Stehen	0,1	2,4	0,3	3,9
<u>gesamt</u>	<u>5,0</u>	<u>100,0</u>	<u>8,7</u>	<u>100,0</u>

Abbildung 1 kennzeichnet die Relationen zwischen Erhaltungs- und Leistungsbedarf des kalkulierten Energieaufwandes für Laufen und Stehen in Abhängigkeit von Monat und Jahr.

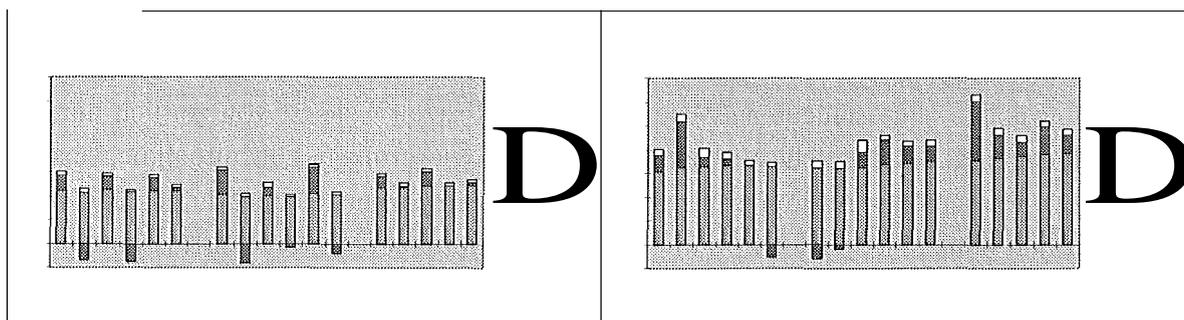


Abbildung 1: Kalkulierter Energiebedarf zweier Schafsrassen

Es wird ersichtlich, daß sich die energetischen Relationen in Abhängigkeit von der Lebendmasseentwicklung verändern. Insbesondere bei Merinofleischschafen ist auffällig, daß sie unter extensiven Haltungsbedingungen die Belastungen der Frühjahrsablammung und der Laktation erst während der Vegetationsperiode kompensieren.

### **Diskussion und Schlußfolgerungen**

Der Einsatz von Futtermitteln hat praktische Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit eines Produktionszweiges der Tierproduktion. Hieraus resultiert die Forderung das Wirkungspotential der verschiedenen Futterstoffe, so auch des Weidefutters von extensivierten Niedermoorgrünland, zu kennen. Darüber hinaus sind verbindliche Angaben zum rassenspezifischen Nährstoffbedarf erforderlich. Im vorliegenden Beitrag wurde der Versuch unternommen, auf Basis

bekannter Normative, den energetischen Bedarf von Schafen zu kalkulieren. Die dargestellten Ergebnisse verdeutlichen, daß Merinofleischschafmüttern im Vergleich zur Skudde ein höheres Energiebedarfsniveau für den Zuwachs haben. Als Ursache wird erkannt, daß die Merinos unter extensiven Haltungsbedingungen offensichtlich erst während der Vegetationsperiode die Belastungen der Reproduktionsphase kompensieren.

Ernährungsbedingte ethologische Reaktionen sind bei freiem Weidegang zu beachten; d.h. das zur Verfügung stehende Futter und die Struktur der Vegetation beeinflussen das Weideverhalten der Tiere. Auf ertragsreichen Niedermoorweiden und unter nahezu stressfreien Haltungsbedingungen besteht für Schafe nicht die Notwendigkeit einer hohen Lokomotionsleistung (Fischer und Kaiser, 1996). Der Energieaufwand für Stehen und Laufen variiert deshalb zwischen 5 und 6,5% zum kalkulierten Gesamtbedarf.

### **Literatur**

Gebhardt, G. (1988): Tierernährung. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin

FISCHER, A.; KAISER, T. (1996): Investigation into the pasture behaviour of Merinofleischschaf. (in Druck)

FRIESECKE, H. (1984): Handbuch der praktischen Fütterung.

BLV Verlagsgesellschaft München, DLG Verlag Frankfurt

HOFFMANN, M. (1983): Tierfütterung. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin

VAN ES, A.J.H. (1975): Feed evaluation for dairy cows. Livest. Prod. Sci. 2, 95-107

WEIßBACH, F. (1993): Energiebedarf von Tieren bei Weidehaltung. Informationsblatt

Auswirkungen reduzierter Düngung und Nutzung auf Merkmale der Futterqualität -  
Ergebnisse aus einem Feldversuch auf Niedermoor  
H. Jänicke \*

### Einleitung und Problemstellung

In erster Linie durch die Wasserverhältnisse bedingt, sind die in Mecklenburg-Vorpommern zu hohem Anteil vorhandenen Niedermoorstandorte allgemein schwierig zu bewirtschaften. Durch hohe Grundwasserstände und teilweise langanhaltende Überflutung sind Befahrbarkeit und Beweidbarkeit erheblich eingeschränkt, so daß eine Bewirtschaftung dieser Flächen in den erforderlichen Zeitspannen häufig nicht möglich ist. Aus dieser standörtlichen Besonderheit resultiert zwangsläufig eine Reduzierung von Düngung und Nutzung. Gerade für diese Niedermoorflächen wird von Seiten des Naturschutzes darauf gedrungen, die Intensität in der Nutzung zurückzunehmen und die Düngung generell zu unterlassen. Mit einer Reduzierung von Düngung und Nutzung ist für den Landwirt eine quantitative und qualitative Ertragsminderung verbunden. Die Quantifizierung des entgangenen Nutzens, wie auch die Beurteilung einer erreichten ökologischen Vorteilswirkung kann nur standortbezogen erfolgen. Mit einer Verringerung der Nutzungsintensität sind sowohl die verspätete Nutzung als auch die Anzahl der Nutzungen, bis hin zum einmaligen Pflegeschnitt pro Jahr, angesprochen. Um fundierte Empfehlungen abzuleiten und zur Bewertung von Bewirtschaftungsintensität einen Beitrag zu leisten, wurde auf einem für Nordostdeutschland repräsentativem Niedermoorstandort der im folgenden vorgestellte Versuch durchgeführt. Der generelle Verzicht auf N- oder K-Düngung auf Niedermoor ist grundsätzlich problematisch. Auswirkungen unterlassener K-Düngung auf Niedermoorboden und Reaktionen verschiedener Futtergräser zeigen WACKER und KALT-OFEN (1986). Versuchsergebnissen zufolge (SCHUPPENIES 1995, JÄNICKE 1995) kann K nicht entsprechend den verabreichten Gaben umgesetzt werden, wenn nicht genügend N zur Verfügung steht. Ebenso kann N nicht dem Angebot nach aufgenommen werden, wenn nicht ausreichend K verfügbar ist. Mit der stets ablaufenden Torfmineralisation erfolgt die Freisetzung von Nährstoffen, deren Verbleib schwer kalkulierbar ist. Die Verwertung durch den Pflanzenbestand ist unbestimmt und es sind Nährstoffverluste möglich, die umweltbelastend sein können. Nach LUTHARDT und KREIL (1990) kann die Torfmineralisation (abgeleitet aus dem Zusammenhang zur Zelluloseabbauintensität), bei 0 kg N in Höhe des Abbaus wie bei 120 kg N/ha liegen und damit höher als bei Gaben von 60 kg N/ha sein.

---

\* Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Pflanzenbau, 18276 Gülzow

## Zu Material und Methoden

<b>Versuchsfrage:</b>	Auswirkungen vermindelter Schnittnutzung und reduzierter Düngung	
<b>Versuchsstandort:</b>	Rustow (Krs. Demmin), Peeneniederung	
<b>-Niedermoorboden:</b>	Seggentorfe mit Schilf Beimengungen, Torf-Erdfen, Moormächtigkeit 4,5 m, organische Substanz: 63 %, pR-Wert (0,1n KCl): 5,7	
<b>-Klimadaten:</b>	Jahresniederschlag in mm	Langjähriges Mittel der nächstgelegenen Station
Jahr	gemessen am Standort Rustow	Jahresdurchschnittstemperatur
1991	500	7,9 °C
1992	478	Jahresniederschlag
1993	650	552 mm
1994	580	
<b>-Grundwasserstände</b>	überwiegend 40-70 cm unter Flur (April bis September 10-90 cm)	
<b>-Nährstoffversorgung:</b>	(zu Versuchsbeginn):	P: 14,7 mg/100 g Boden
K: 10,0 mg/100 g Boden	Mg: 36,0 mg/100 g Boden	
<b>-Ausgangsbestand:</b>	Deutsches Weidelgras- Wiesenschwingel- Wiesenlieschgras	
<b>Versuchsanlage:</b>	Blockanlage mit vier Wiederholungen, 1992-1994	
<b>-chemischen Analysen:</b>	nach Standardverfahren der VDLUFA (ANONYMUS 1976; 1991), die Ermittlung der Verdaulichkeit mittels Zellulosemethode nach FRIEDEL (1990).	

**Versuchsvarianten:** Kombination reduzierter Schnittnutzung und vermindelter Grunddüngung auf Niedermoor, ohne N-Düngung

Var.	Schnitthäufigkeit	Schnittzeitraum	Grunddüngung	Kurz für Abb.
1	1 Schnitt	ab 1.Juli	0- Düngung	1S Juli 0 D
2	1 Schnitt	ab 15.August ab	0- Düngung	1S Augi 0 D
3	1 Schnitt	1.Okt. bis Juni	0- Düngung	1S Okt/0 D
4	2 Schnitte	und August Juni	0- Düngung	2 S IOD
5	2 Schnitte	und August Juni	E- Düngung	2SIED
6	2 Schnitte	und August	½ E - Düngung	2 S 10,5 ED
7	3 Schnitte	Mai, Juli, September	0- Düngung	3 S IOD
8	3 Schnitte	Mai, Juli, September	E- Düngung	3 SIED
9	3 Schnitte	Mai, Juli, September	½ E - Düngung	3 S 10,5 ED

0: =ohne Düngung; E: = 40 kg P/ha und 200 kg K/ha; ½ E: = 20 kg P/ha und 100 kg K/ha

## Zu den Ergebnissen

Tab. 1: TM-Erträge in dt/ha in Abhängigkeit von Düngung und Nutzung

Nr.	Varianten Schnitte / Düngung	TM-Erträge in dt/ha im dreijährigen Mittel	
		1. Aufwuchs	Jahr gesamt
1	1 S. Juli/ 0	87,16 d	87,16 de
2	1 S. August/ 0	67,22 bc	67,22 ab
3	1 S. Oktober/ 0	73,75 c	73,75 abc
4	2 S. Juni +Aug./ 0	60,84 b	85,43 cd
5	2 S. Juni +Aug./ E	75,84 c	108,54 f
6	2 S. Juni +Aug./ ½ E	69,94 bc	98,32 ef
7	3 S. Mai+Juli +Sep./ 0	21,73 a	66,31 a
8	3 S. Mai+Juli +Sep./ E	30,45 a	78,85 bcd
9	3 S. Mai+Juli +Sep./ ½ E	27,52 a	177,69 abcd

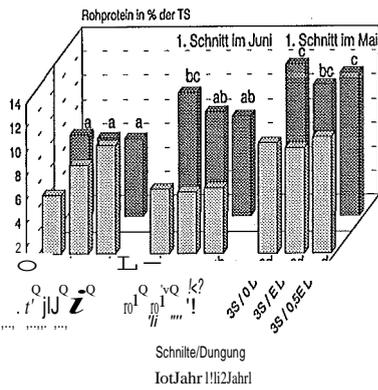


Abb. 1: Rohprotein in % der TS, 1. Aufwuchs, 1. und 2. Versuchsjahr, ohne N-Düngung in Abhängigkeit von Düngung und Nutzung

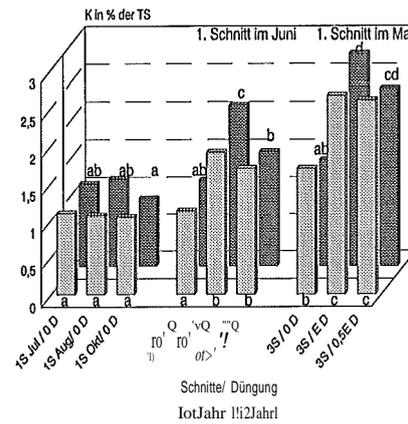


Abb. 5: Kalium in % der TS, 1. Aufwuchs, 1. und 2. Versuchsjahr, ohne N-Düngung in Abhängigkeit von Düngung und Nutzung

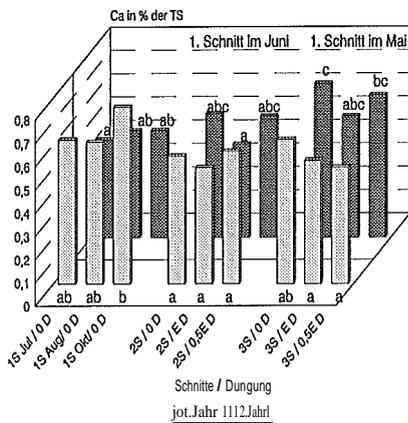


Abb. 2: Calcium in % der TS, 1. Aufwuchs, 1. und 2. Versuchsjahr, ohne N-Düngung in Abhängigkeit von Düngung und Nutzung

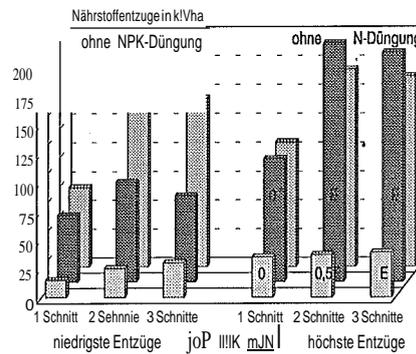


Abb. 6: Nährstoffentzüge in kg/ha im 2. Versuchsjahr in Abhängigkeit von Düngung und Nutzung

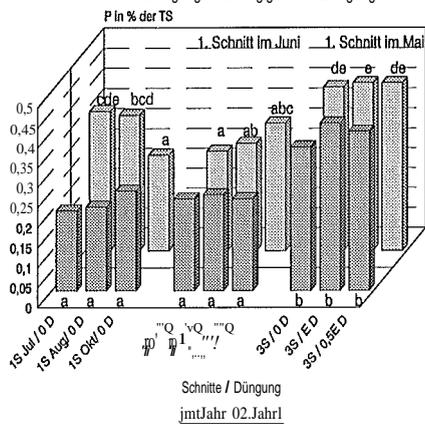


Abb. 3: Phosphor in % der TS, 1. Aufwuchs, 1. und 2. Versuchsjahr, ohne N-Düngung in Abhängigkeit von Düngung und Nutzung

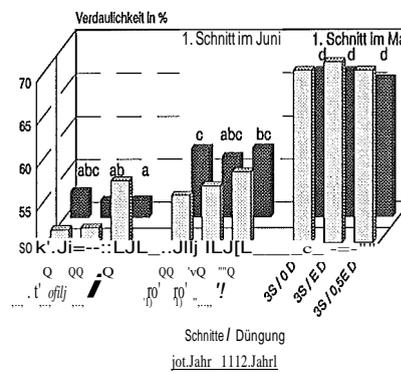


Abb. 7: Verdaulichkeit der organischen Masse in % (nach Zellulasetest FRIEDEL 1990), 1. Aufwuchs, 1. und 2. Versuchsjahr, ohne N-Düngung in Abhängigkeit von Düngung und Nutzung

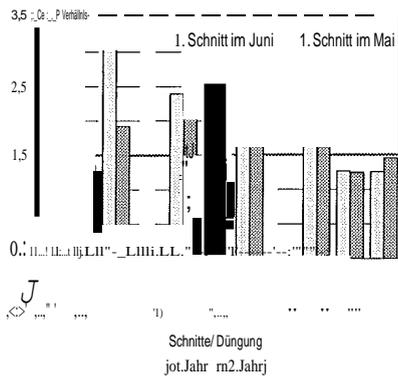


Abb. 4: Ca : p Verhältnis, 1. Aufwuchs, 1. und 2. Versuchsjahr, ohne N-Düngung in Abhängigkeit von Düngung und Nutzung

- Der **Rohproteingehalt** lag im 1. Aufwuchs (Abb.1) im Bereich von 5- 12% in der TS und damit unter den geforderten 12- 14% (VOIGTLÄNDER 1987, OPITZ von BOBERFELD 1994), in den Folgeaufwüchsen bei 11 - 18 % in der TS.
- Das erwünschte Ca:P-Verhältnis von 2- 1,5: 1 (OPITZ von BOBERFELD 1994) wurde besonders im zweiten Versuchsjahr unterschritten (Abb. 4), resultierend aus den **Ca-** und **P-Gehalten** (Abb.2 und 3).
- Ohne K-Düngung waren unter 1,6 % **Kin** der TS enthalten (Abb.5). Als normal und ausreichend gelten nach WACKER und KALTOFEN (1986) 1,6- 3,0% in der TS, nach FINCK (1992) sind 2,0% in der TS notwendig.
- Die Pflanzenbestandesentwicklung ist nach drei Jahren nicht abschließend einzuschätzen. Die Schätzung der Ertragsanteile (=EA) nach KLAPP/ STÄHLIN ergab für die Versuchsfäche, daß sich *Phleum pratense* L. mit 45 bis 88 % EA zum Hauptbestandbildner entwickelt hatte, während *Lolium perenne* L. (im Ausgangsbestand zu ca. zwei Drittel vertreten) und *Festuca pratensis* Huds. mit 2-10 % EA vertreten waren. Zwischen den Varianten waren besonders in der Narbendichte große Unterschiede zu beobachten.
- Die **Nährstoffentzüge** im 2. Versuchsjahr (Abb. 6) zeigen eine Umsetzung der K-Gabe in Höhe des kalkulierten Entzuges bei zwei bzw. drei Schnitten, den Einfluß der Schnitzzahl auf den N-Entzug und die relativ geringste Differenzierung bei P.
- Die mit der Alterung des Bestandes sinkende **Verdaulichkeit** wird in Abb.7 deutlich.

### Vorläufige Folgerungen und Fazit

Für einen extensiven Bereich wird der Einfluß differenzierter Düngung und Nutzung auf TM-Ertrag und ausgewählte pflanzliche Inhaltsstoffe gezeigt. Zur Einschätzung der Auswirkungen auf die Pflanzenbestandeszusammensetzung ist eine längere Prüfdauer notwendig. Die natürliche Nährstoffnachlieferung bzw. die erforderliche Verfügbarkeit der Nährstoffe in den entsprechenden Zeitspannen ist nicht für jeden Niedermoorboden in gleichem Maße gegeben. Pauschale Empfehlungen zur Reduzierung und Unterlassung der Düngung auf Niedermoor (auch der N-Düngung) sind sehr kritisch zu sehen. Das gilt insbesondere auch aus ökologischer Sicht. Die Prüfung der Auswirkungen reduzierter Düngung und Nutzung muß standortbezogen erfolgen. Für die Forderung nach extensiver Grünlandbewirtschaftung sollten dementsprechend standortgerechte Ziele bestimmt werden. Bei einer ökonomischen Bewertung dieser Problematik müssen u.a. die Aspekte der Futterqualität, die längerfristigen Auswirkungen auf Bestandeszusammensetzung und Boden sowie Fragen des Wasserregimes in stärkerem Maße berücksichtigt werden.

## **Modellierung von Weideverfahren für einen Niedermoorstandort**

H. Leetz \*

### **Einleitung**

Grünland ist mit einem Anteil von 31% an der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Bundesrepublik Deutschland beteiligt. Für die Nutzung des Grünlandes stellt die Beweidung das am weitesten verbreitete Verfahren dar. Es wurde deshalb im Rahmen der vorgestellten Arbeit der Versuch unternommen, verschiedene Weideregime im Programm WEIDE zu simulieren. Ausgangspunkt sind Parzellenversuche zur Ermittlung der Zuwachsraten von Grünlandbeständen in Abhängigkeit vom Aufwuchsbeginn und dem Aufwuchsalter. Dem werden unterschiedliche Nutzungen gegenübergestellt. Die Ergebnisse erlauben es, angepaßte Weide-Besatzstärken zu wählen, Futterengpässe zu erkennen, Mahdzeitpunkte und Mähflächenanteile festzulegen und die Wirkung von Nutzungseinschränkungen zu bewerten.

### **Vorarbeiten**

Die experimentelle Grundlage des Programms ist ein 4-jähriger Parzellenversuch zur Bestimmung des Einflusses von Nachwuchsdauer und -zeitpunkt auf den TS-Ertrag von Niedermoorgrünland, der im IFP Paulinenaue durchgeführt wurde (KREIL und KALTOFEN, 1966). Der untersuchte Grünlandbestand wurde im wesentlichen aus Gemeiner Risppe, Quecke und Weißem Straußgras gebildet. Das Aufwuchsalter lag zwischen 12 und 72 Tagen, in 12-Tageschritten gestaffelt. Die Streuung der ermittelten Zuwachsraten um den jeweiligen Mittelwert betrug 30 %. Eine erste Auswertung dieser Ergebnisse im Hinblick auf die kontinuierliche Weidefutterbereitstellung war mit stark eingeschränkten rechentechnischen Voraussetzungen für eine Umtriebsweide mit vorgegebener Teilflächenzahl und fester Teilflächengröße durchgeführt worden (BAATH, 1981).

### **Modellierungsansätze im vorliegenden Programm WEIDE**

Die Simulation der Weidenutzung von Grünland erfordert eine Modellbeschreibung des Bestandesaufbaus, des Weideverfahrens und der Mahd, da alle Komplexe sich gegenseitig beeinflussen. Die Teilung in Mahd- und Weideflächen und die Freigabe zuvor gemähter Flächen für die Weide erfordern eine hohe Flexibilität und vielfältige Steuerungsmöglichkeiten.

Das im Experiment verwendete Zeitraster von 12 Tagen war hierfür zu grob, die Approximation durch eine stetige Funktion war nötig. Mit der multiplen linearen Regression werden im Programm WEIDE die Zuwachsraten durch ein Polynom 4. Grades für die Abhängigkeit vom Bestandesalter und ein Polynom 7. Grades für die Abhängigkeit vom Aufwuchsbeginn ausgedrückt (Abb. 1).

---

\*Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue e.V., 14641 Paulinenaue

Durch Integration der Zuwachsraten wird der Bestandaufbau in einem festen Zeitraster von 5 Tagen berechnet. Ihm werden Weide- und Mähnutzungen gegenübergestellt. Die Teilflächen werden nach dem Bestandesalter getrennt in einer Flächentabelle verwaltet. Bei Mahd einer Teilfläche wird der Ertrag registriert. Der Fläche werden ein Aufwuchs von 0 kgTS/ha und das Bestandesalter 0 Tage zugewiesen.

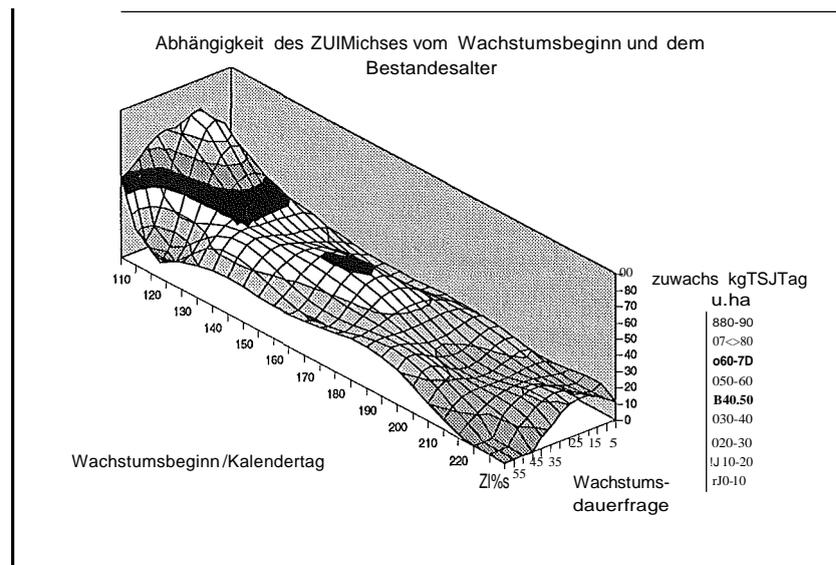


Abb 1. Regressionsfunktion der Zuwachsraten

Da die Nutzung des Grünlandes in sehr vielen Fällen im Wechsel durch Beweidung und Mahd erfolgt, können im Programm WEIDE gemähte Flächen in einer separaten Flächentabelle verwaltet werden. Dies erlaubt es, bevorzugt noch ungemähte Flächen zur Mahd heranzuziehen. Es können 2 Mahdzeitpunkte mit unterschiedlichen Mähflächenanteilen vorgegeben werden. Vom Programm werden geeignete Teilflächen zur Mahd ausgewählt. Bei konkurrierenden Flächenanforderungen zur Weide- und Mähnutzung hat die Weidenutzung Vorrang. Die Kriterien, unter welchen ein Bestand mähwürdig ist (Aufwuchs, Bestandesalter), werden als Eingabeparameter vorgegeben, können aber für beliebige Zeitpunkte überschrieben werden.

Die Beweidung des Grünlandes wird durch die Entnahme von Weidefutter beschrieben. Der Weidefutterbedarf wird aus der Ration und der Besatzstärke unter Berücksichtigung der Weideverluste berechnet. Für die Beweidbarkeit eines Bestandes werden eine obere und untere Grenze für den TS-Ertrag und ein maximales Bestandesalter vorgegeben. Diese Vorgaben können pentadenweise überschrieben werden. Die Auswahl bzw. Freigabe von Flächen zur Beweidung erfolgt unter der Beachtung der Kriterien für die Beweidbarkeit jeweils in solchem Umfang, daß der Futterbedarf für 5 Tage gedeckt wird. Die beweideten Flächen können dabei unterschiedliche Bestandesalter haben. Stehen mehrere Flächen zur Auswahl, werden die älteren bevorzugt ausgewählt. Flächen die im Nutzungsjahr bereits gemäht wurden, werden gesondert verwaltet. Sie werden bei der Bereitstellung von Weideflächen zuerst genutzt. Damit kann erreicht werden, daß möglichst viele Flächen mindestens einmal pro Jahr gemäht werden. Einer zur Beweidung ausgewählten Fläche wird das Bestandesalter 0 Tage zugeordnet, der Bestand wächst von diesem Zeitpunkt an neu auf. Nach Ablauf der Pentade wird ein neuer Flächenanteil zur Beweidung ausgewählt. Sind in einer Pentade nicht ausreichend beweidbare Flächen vorhanden, wird das Futterdefizit ausgewiesen. Das Modell entspricht also dem Umtrieb einer Herde im festen Rhythmus von 5 Tagen.

Ergebnisse

Für 2 unterschiedliche Bewirtschaftungsregimes wurde die Umtriebsweide auf einem Standort mit einem Aufwuchs von 72 dtTS/ha simuliert. Die mögliche Besatzstärke und die Mähflächenanteile wurden ermittelt, der Mäh- und der Weideertrag wurden berechnet. Hierbei wurden Vorgaben zu Weiderest (15%) und Mäh- und Konservierungsverlusten (30%) gemacht.

Fall 1: Maximale Weide-Besatzstärke, Winterfutterbereitstellung nachrangig

Fall2: Weidehaltung mit Winterfutterbereitstellung zu 65% vom beweideten Grünland

Tabelle 1: Ergebnisse für Umtriebsweide

Parameter	Dim.	Fall 1	Fall2
Winterfutteranteil	%	20	65
Tierbesatz	GV/ha	2,43	1,5
Mähflächenanteil (1. Schnitt)	%	35,6	62,8
Mähflächenanteil (2. Schnitt)	%	33	67
Anzahl d. Nutzungen		4,09	2,87
geweidetes Futter (netto)	dtTS/ha	47,5	29,5
kons. Futter (netto)	dtTS/ha	10,9	22,1

Tabelle 1 zeigt die Unterschiede in der produzierten Winterfuttermenge und der möglichen Besatzstärke bei gleichem Ertragspotential. Die Forderung im Fall 2 zur Bereitstellung von 65% Winterfutter hat natürlich auch Konsequenzen für das Bestandesalter des Weidefutters.

Durch die vorgegebenen Bedingungen für die Beweidbarkeit des Bestandes (max. Bestandesalter 50 Tage, min. Aufwuchs 5dtTS/ha, max. Aufwuchs 30dtTS/ha) ist der Handlungsspielraum eingeschränkt. Abb. 2 zeigt das Alter des Weidefutters für beide Fälle im Verlauf der Weideperiode. Während im Fall 1 die kritische Futtersituation zum Weideabtrieb entsteht, ist im Fall 2 der Zeitraum nach dem 2. Schnitt im August der Futterengpaß.

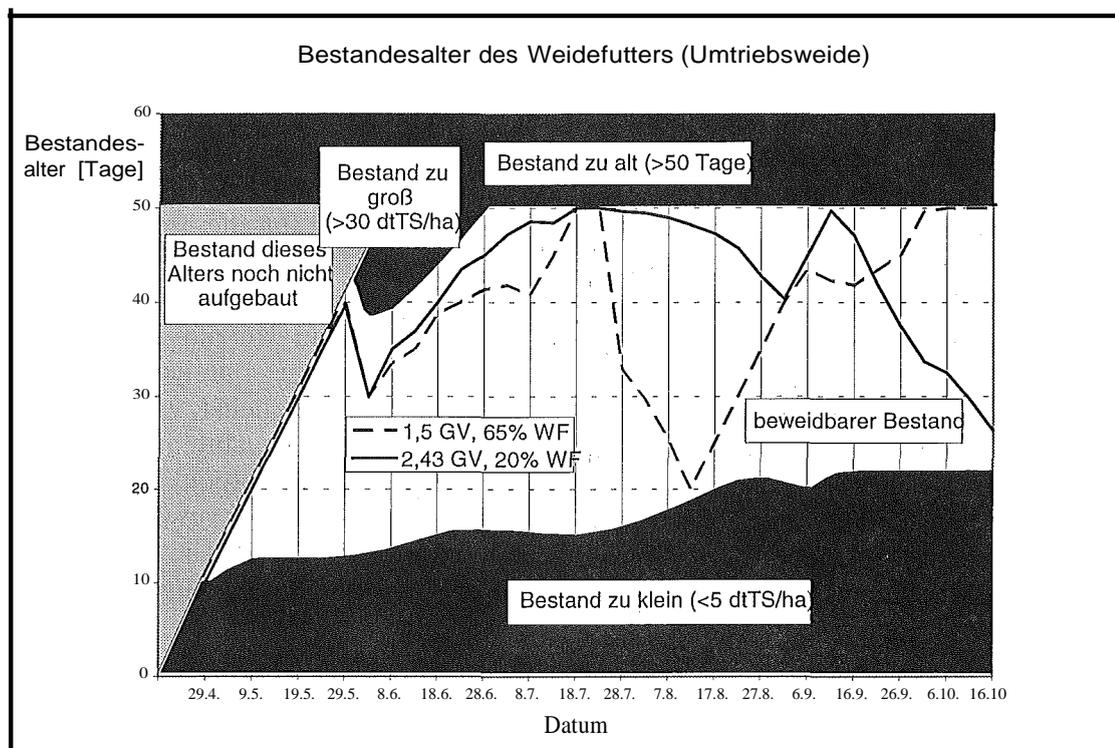


Abb. 2 Entwicklung des Bestandesalters

Die Bestandsentwicklung der Mäh- und Weideflächen sowie die zeitliche Verteilung der Ertragsanteile werden vom Programm ermittelt. Eine Übersicht der in einzelnen Pentaden genutzten Weideflächen kann dargestellt werden. Das Regime der Standweide wurde mit vergleichbaren Ergebnissen vom Programm ebenfalls simuliert. Die Simulationsergebnisse wurden mit Ertragsermittlungen nach der Weidekorbmethode verglichen. Sie zeigen eine praxisrelevante Genauigkeit, sind plausibel und bestätigen die Anwendbarkeit des Simulationsmodells für die Ertragsentwicklung auf Niedermoorweiden.

### **Literatur**

- BAATH, A.: "Kontinuierliche Weidefutterbereitstellung (EDV-Modell)", unveröffentlicht, Paulinenaue, 1981.
- KREIL, W.; KALTOFEN, H.: "Frequency of defoliation and yields on low-moor grassland", X. International Grassland Congress, Helsinki 1966.

Steigerung der Ausnutzung von Stickstoff im Produktionsprozess der Milcherzeugung durch Maßnahmen des Futterbaues, der Tierernährung sowie des Managements **und** der Zucht - Vorstellung eines interdisziplinären Forschungsprojektes -

F. Taube \*

### Problemstellung

Hoftorbilanzen zeigen, daß die spezialisierten Milchvieh/Futterbaubetriebe aufgrund geringer Nährstoffexporte vergleichsweise hohe Nährstoffüberschüsse aufweisen, die für das Nährelement Stickstoff deutlich über 200 kg N/ha/Jahr betragen können. Dies induziert insbesondere auf den typischen Futterbaustandorten der norddeutschen Sandeiflächen negative ökologische Effekte. Vor diesem Hintergrund wurde von verschiedenen Instituten der Universität Kiel (Pflanzenbau; Tierernährung; Tierzucht; Agrarökonomie) ein interdisziplinäres Forschungsprojekt initiiert, welches 1997 startet.

### Ziele

Basis der Untersuchungen ist die quantitative Erfassung der Stickstoffflüsse im System Boden-Pflanze-Tier bei verschiedensten Produktionsintensitätsteil und Managmentstrategien im spezialisierten Milchvieh/Futterbaubetrieb, um daraus optimierte Produktionsstrategien zur Verbesserung der Effizienz der Umsetzung von eingesetztem Stickstoff in Produktstielestoff (Milch/Fleisch) abzuleiten.

Insbesondere sollen folgende Themenbereiche bearbeitet werden:

1. Bedeutung der Nährstoffversorgung für die N-Effizienz verschiedenerer Futterpflanzen
2. Leguminosenanteil (Rotklee/Weißklee) im Grünland bzw. Ackerfutterbaubestand als Indikator für pflanzenbauliche und tierische Leistungsparameter
3. Bedeutung der simultanen Anflutung von energie- und stickstoffliefernden Substanzen für die Erhöhung der Proteinbiosynthese im Pansen
4. Kraftfutterergänzung auf der Weide in Abhängigkeit von Futterqualität und -aufnahme
5. Ableitung von Kuheffekten (Einfluß der Genetik und permanenten Umwelt) auf die Merkmale Milchleistung, Futteraufnahme, Effizienz
6. Quantifizierung der ökonomischen Effekte der einzelnen Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen

Die Verknüpfung aller Einzelfragestellungen eröffnet die Möglichkeit, einen weiten Bereich von Produktionsalternativen im Produktionsprozess Milch hinsichtlich der ökonomischen und ökologischen Effekte zu bewerten und optimale Produktionsintensitätsteil für die Zukunft zu formulieren.

### Versuchskonzept

Das Projekt wird auf dem Versuchsbetrieb Karkendamm des Institutes für Tierzucht und Tierhaltung durchgeführt. Die gesamte Betriebsfläche (140 ha) und die gesamte Milchviehherde (100 Kühe) werden in das Projekt eingebunden. Die Herde wird in zwei Gruppen geteilt. Die Gruppe I wird im Sommer auf Weißklee-grasweiden und im Winter aus Rotklee-grassHagen (80%) und Maissilagen (20%) ernährt. Die Gruppe II wird im Sommer auf intensiv gedüngten Grasweiden und im Winter aus Maissilage (80%) und Klee-grassHagen (20%) ernährt. Zur Abdeckung von zusätzlichen Gradienten im Futterbau werden sowohl in die Weideflächen als auch in die Flächen für die Winterfutterproduktion Parzellenversuche

---

\* Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität Kiel, Holzkoppelweg 2, 24118 Kiel

gelegt (siehe Abbildung). Analog wird seitens der Tierernährung verfahren, indem weitere Varianten im Tierexaktversuch insbesondere in bezug auf die Abbaubarkeit der Nährstoffe bewertet werden.

Für alle Varianten werden wesentliche Kenngrößen der Stickstoffflüsse im System Boden-Pflanze-Tier erfaßt und sowohl nach ökologischen als auch nach ökonomischen Kriterien bewertet mit dem Ziel, nachhaltige standortadaptierte Produktionsintensität für den Futterbaubetrieb zu formulieren.

Die erste Projektphase beginnt 1997 und wird im Jahr 2000 abgeschlossen.

**Beteiligte Institute/Ansprechpartner an der Universität Kiel**

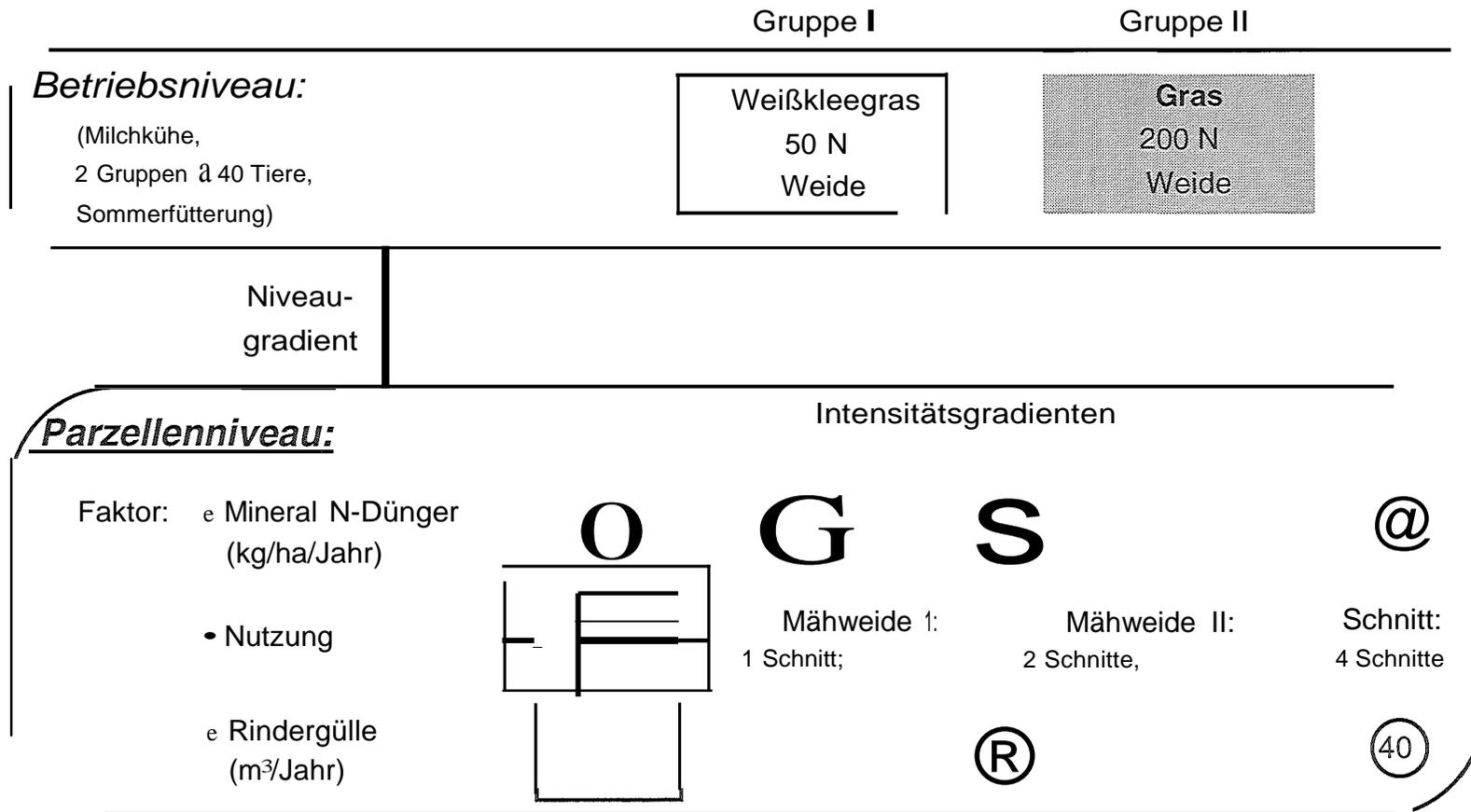
Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Prof. Dr. E. Kalm

Institut für Tierernährung und Stoffwechselphysiologie; Prof. Dr. A. Susenbeth

Institut für Agrarökonomie, Prof. Dr. C. Langbehn

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Prof. Dr. F. Taube

# Versuchskonzept rünland

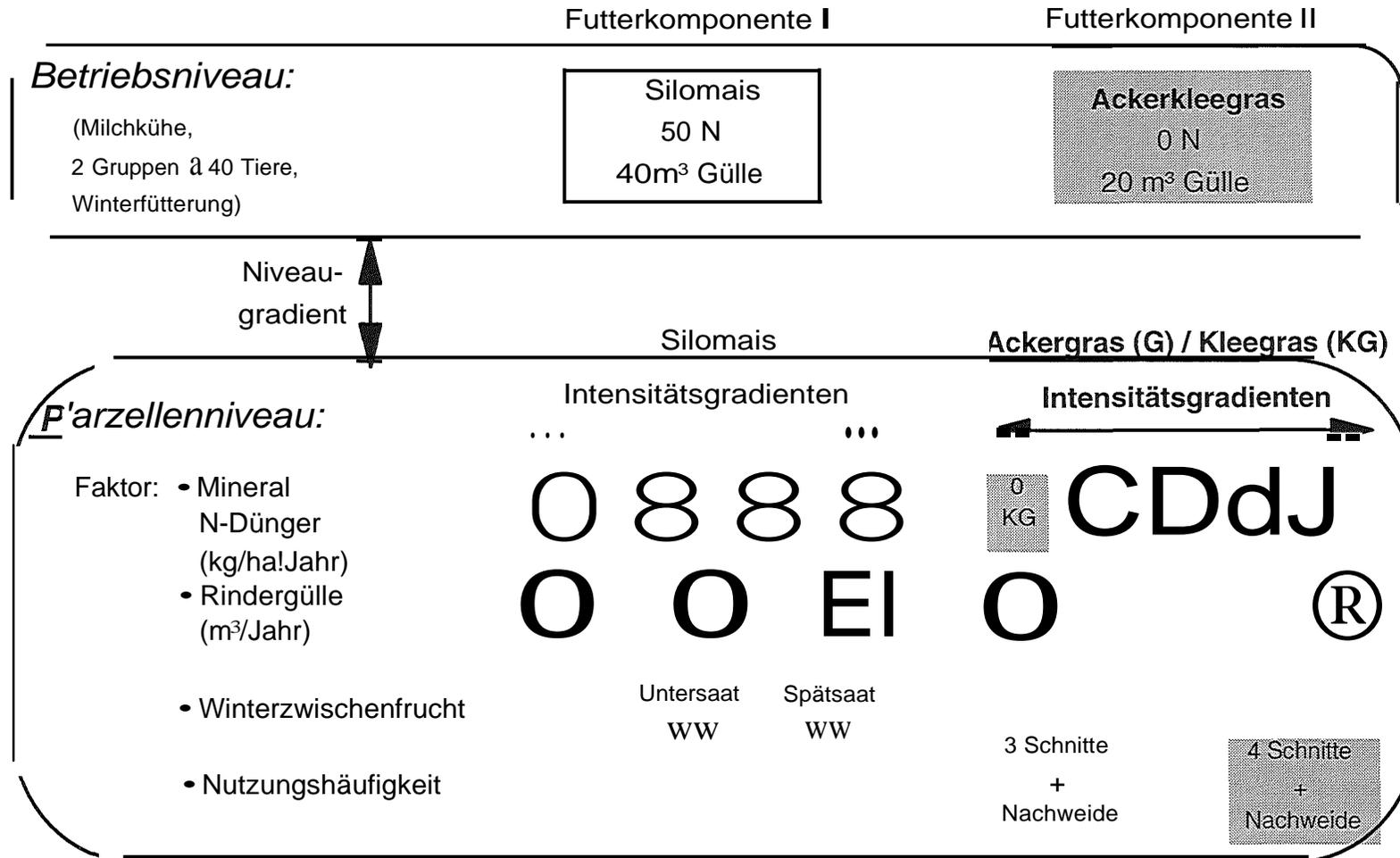


CJ  
O

Varianten sowohl auf Betriebsniveau als auch auf Parzellenniveau

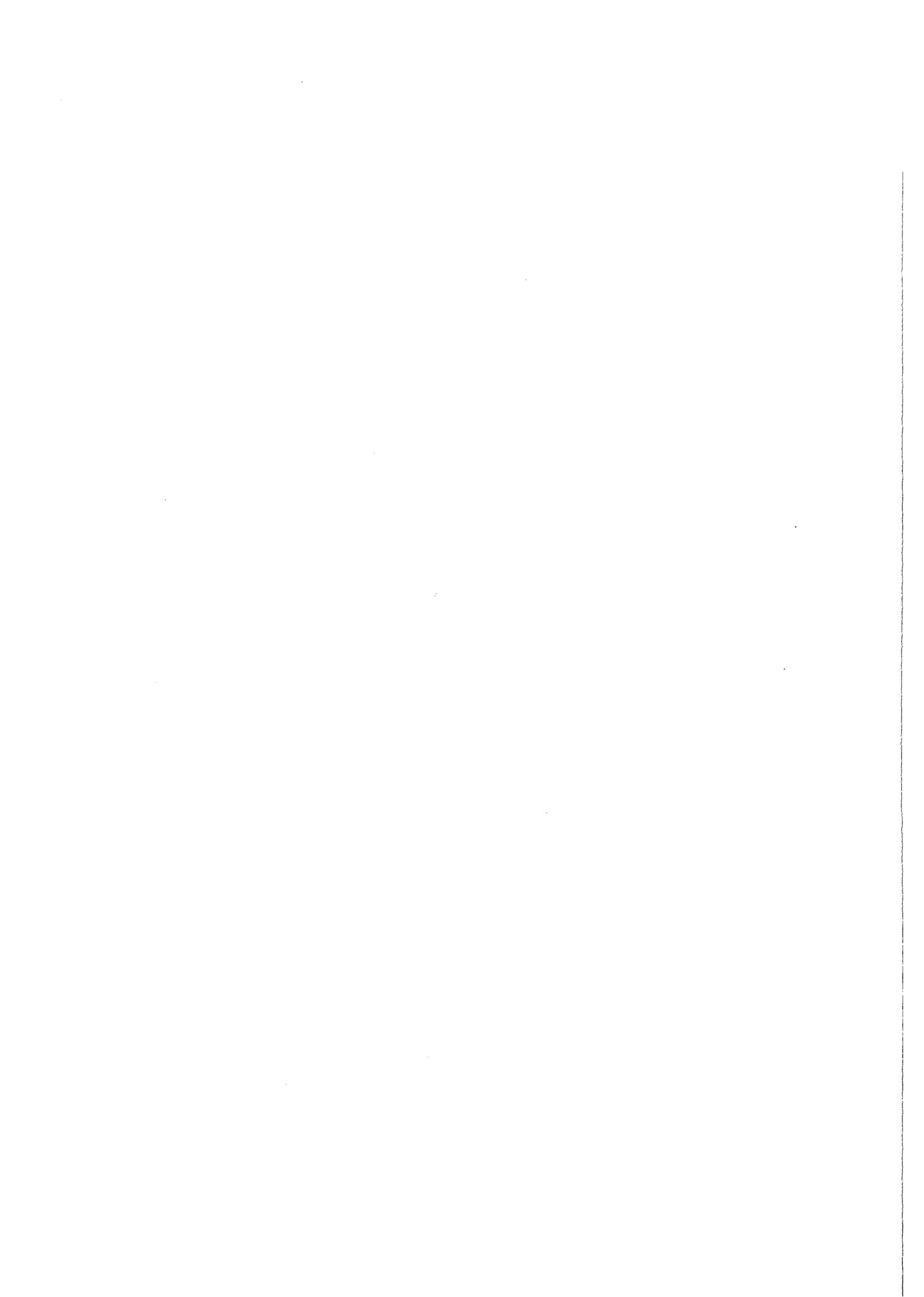
Varianten zur Ermittlung der Gradienten der N-Effizienz in Abhängigkeit von Bewirtschaftungsintensität

# Versuchskonzept Feldfutterbau



CJ  
O

Varianten sowohl auf Betriebsniveau als auch auf Parzellenniveau  
 Varianten zur Ermittlung der Gradienten der N-Effizienz in Abhängigkeit von  
 Bewirtschaftungsintensität



## N-Überschüsse im Stoffkreislaufuntersuchter Futterbaubetriebe- Maßnahmen zu ihrer Reduzierung

G. Weise, P. Scheller \*

### Problem und Zielstellung

Die Landwirtschaft ist zu einem beachtlichen Anteil an der Umweltbelastung durch Stickstoffverbindungen beteiligt (ISERMANN 1992, 1995). In Abhängigkeit von Standort, Bewirtschaftungsintensität und betrieblichem Management ist der Grad der Belastung stark differenziert.

Es bestehen Defizite im Bereich der Quantifizierung von N-Überschüssen im Rahmen des betrieblichen N-Kreislaufes (ECKERT und BREITSCHUH 1994, GISI und BRÜLL 1995). Als Zielstellung steht, den N-Kreislauf von Futterbaubetrieben zu ermitteln und spezifische Maßnahmen zur Reduzierung des N-Überschusses abzuleiten und zu prüfen.

### Versuchsdurchführung und Methoden

Die vorgestellten Ergebnisse basieren auf Untersuchungen in vier Futterbaubetrieben Brandenburgs mit hohem Anteil von Sandböden (Ackerland) und Grünlandflächen auf Niedermoor (Tabelle 1).

Tabelle 1: Vorstellung der Untersuchungsbetriebe (Stand 1994)

		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>LF [ha]</b>		3.596	2.042	303	161
dav.	AL	2.765	1.301	170	101
	GL	831	741	102	47
	Stillegung	513	178	30	13
<b>Böden</b>					
	AL	IS/sL	IS/SL/moS	IS/SL/moS	IS/SL/moS
	GL	moS/Hn	moS/Hn	moS/Hn	IS/moS/Hn
<b>GV/haLN</b>		0,77	0,61	0,79	0,83
		Rinder	Rinder (0,50)	Rinder	Rinder
			Schw. (0,11)		

Die N-Überschüsse in den Betrieben wurden auf der Grundlage von Betriebs- (Hof-), Flächen- und Stallbilanzen der Jahre 1993/95 ermittelt (SCHELLER und WEISE 1996). Die Bilanzierungsergebnisse liefern die Grunddaten für die erstellten N-Kreisläufe in den Betrieben mit den

\* Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue e. V., 14641 Paulinenaue

Hauptkomponenten Tier, tierische Exkremete, Pflanze/Boden und wirtschaftseigenes Futter. Ausgehend von den ermittelten N-Überschüssen im N-Kreislauf werden Maßnahmen zur Reduzierung abgeleitet und überprüft. Die Daten für die Bilanzierung basieren auf Messungen bzw. Tabellenwerten. Die Entnahme, Behandlung und Untersuchung der Boden-, Pflanzen- und Wirtschaftsdüngerproben erfolgten nach LUFA-Methodenvorschriften.

### **Ergebnisse zum betrieblichen N-Kreislauf und zur Verminderung von N-Überschüssen**

Die auf der Basis der Betriebsbilanz ermittelten N-Überschüsse liegen im Bereich gut geführter Landwirtschaftsbetriebe mit ähnlichem GY-Besatz (Tabelle 2). Die Ergebnisse zu den Flächen- und Stallbilanzen (SCHELLER und WEISE 1996) untersetzen die Ergebnisse zur Betriebsbilanz.

Tabelle 2 : N-Betriebsbilanzen des Jahres 1994 von Landwirtschaftsbetrieben mit Grünlandflächen auf Niedermoor im Vergleich zum Durchschnittswert landwirtschaftlicher Betriebe Deutschlands (1990/92)

Betrieb	GV/haLN	N-Überschuß kgN/haLN
A	0,77	90
B	0,61	58
C	0,79	110
D	0,83	99
Deutschland (1990/92) nach ISERMANN (1994)	<b>0,91</b>	<b>145</b>

Die Einordnung der Bilanzierungsergebnisse in den N-Kreislauf der untersuchten Futterbaubetriebe läßt diese aus der Gesamtsicht des Nährstoffkreislaufes wichtigen und effektive Maßnahmen zur Reduzierung der N-Überschüsse ableiten. Beispielhaft wird in Abb. 1 der N-Kreislauf vom Betrieb D vorgestellt.

Für die Verbesserung des N-Überganges vom Boden zur Pflanze ist die N-Düngung nach Entzug unter Beachtung des realen Ertragspotentials, des pflanzenverfügbaren N aus dem Wirtschaftsdünger und der Nettomineralisation eine wichtige Maßnahme. Für den Maisanbau ist die N-Ergänzungsdüngung nach dem Bodenvorrat an pflanzenverfügbarem N Ende Mai/Anfang Juni eine Möglichkeit zur Vermeidung einer Überdüngung (Tabelle 3). Die Bedeutung der Nettomineralisation für die Ertragsbildung extensiv bewirtschafteten Grünlandes auf Niedermoor veranschaulicht die Tabelle 4.

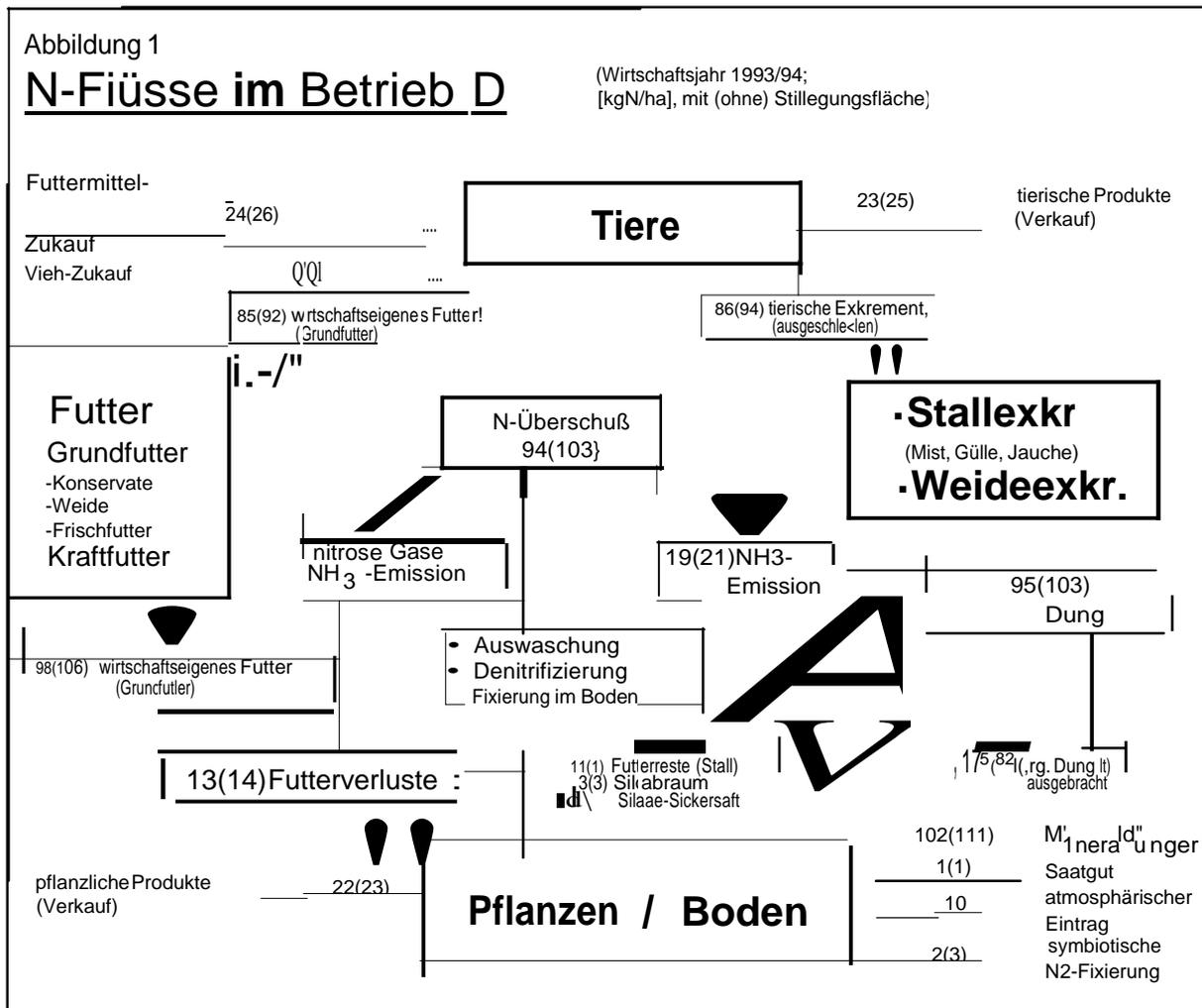


Tabelle 3: N-Ergänzungsdüngung zu Maisam 19. Juni nach Bodenvorrat, geschätztem Ertragspotential und Soll-N

Betrieb A Schlag Nr.	Nmin 0 ... 60 cm Ende Mai/ Anf. Juni [kg N/ha]	Unterfuß- Düngung + Min.-Pot. [kg N/ha]	Ertrags- potential [dt T/ha]	Soll-N [kg N/ha]	N- Düngung (AHL) [kg N/ha]
243	340	45	180	220	0
333/1	152	15	100	120	0
233/2	76	35	100	120	0
13111	126	35	120	150	0
311/2	82	35	150	180	57
939/1	96	35	180	220	79
50111	107	35	180	220	79
25111	51	15	150	180	108

Tabelle 4: N-Flächenbilanzen von Grünlandflächen auf Niedermoor, ohne Stickstoffdüngung und mit Mähnutzung - Ausdruck einer hohen Nettomineralisation

Betrieb/ Fläche	Ertrag dt T/ha	N-Abfuhr Erntegut kg N/ha	N-Zufuhr		N- Überschuß kg N/ha
			Symbiot. N <sub>2</sub> -Fixierung kgN/ha	Atmosph. N-Eintrag kg N/ha	
<b>Betrieb A</b>					
950	41,0	90	0	32	-58
928	30,1	66	0	32	-34
925	39,2	86	19	32	-35
924	36,7	80	54	32	+6
<b>Betrieb B</b>					
851	53,4	104	0	9	-95
854.2	41,4	80	0	9	-71
873	38,8	75	0	9	-66

Ein möglichst verlustarmer N-Übergang vom gewachsenen Futter zum verzehrten Futter erfordert geringe Weide- und Konservierungsverluste.

Die N-Verwertung durch die Tiere erhöht sich mit steigender tierischer Leistung und je bedarfsgerechter die Ration zusammengesetzt ist. Die Belastung des N-Kreislaufes durch eine hohe Kraftfutterzufuhr von außen erfordert die Bereitstellung von qualitativ hochwertigem wirtschaftseigenem Grundfutter. Der über die Exkrememente ausgeschiedene Stickstoff ist verlustarm den Pflanzen zuzuführen. Das erfordert vorrangig ausreichende Lagerkapazitäten und eine verlustarme Lagerung sowie Ausbringung.

### **Zusammenfassung/Schlußfolgerungen**

Die Optimierung des N-Kreislaufes von Futterbaubetrieben hat die Verringerung der Differenz zwischen dem den Kreislauf zugeführten und abgeführten Stickstoff zur Voraussetzung. Die wichtigsten Maßnahmen zur Reduzierung der N-Überschüsse in Futterbaubetrieben mit leichten Ackerböden und Grünland auf Niedermoor sind die N-Versorgung nach Entzug, eine verlustarme Verwertung des über die tierischen Exkrememente anfallenden Stickstoffs durch die Pflanzen, die optimale Nutzung der N-Mengen aus der Nettomineralisation und aus der Stickstofffixierung durch Leguminosen, die Minimierung der Konservierungsverluste, die Erzeugung qualitativ hochwertigen Grundfutters und die Gewährleistung eines ausgeglichenen Verhältnisses zwischen N-Abgang und N-Zugang pflanzlicher Produkte.

## **Stickstoff(N)-Bilanzen von Mais- und Grünlandflächen sowie Milchviehställen ausgewählter Brandenburger Futterbaubetriebe**

P. Scheller, G. Weise\*

### **Problem und Zielstellung**

Die Erarbeitung und Umsetzung wirksamer Maßnahmen zur Senkung der N-Überschüsse im Rahmen der landwirtschaftlichen Produktion erfordert die Erhebung und Analyse vor Ort. Zu diesem Zweck hat sich die N-Bilanzierung mit der Erfassung der Betriebs-(Hof-), Stall- und Flächenbilanz bewährt (ISERMANN 1992, AARTS u. a. 1992, GÄTH und WOHLRAB 1992, WEINGARTEN u. a. 1995). Die ermittelte Betriebsbilanz erlaubt eine pauschale Einschätzung. Ergänzende Flächen- und Stallbilanzen zum Stickstoff gewährleisten den betrieblichen N-Überschuß zu lokalisieren und Maßnahmen zu seiner Senkung konkret zu definieren. Das hohe Verlagerungsrisiko für Stickstoffverbindungen in Sandböden und die relativ starke Gefährdung von Futterbaubetrieben bezüglich N-Überschüssen begründen das große Interesse für N-Flächen- und Stallbilanzen in Futterbaubetrieben mit hohem Anteil von Sandböden. Das Ziel der Untersuchungen ist, praxisrelevante Richtwerte zu den N-Flächen- und -Stallbilanzen von Futterbaubetrieben mit einem hohen Anteil von Sandböden und Niedermoorflächen zu erarbeiten.

### **Versuchsdurchführung/Methodik**

Die vorgestellten Untersuchungsergebnisse beinhalten die Ermittlung der N-Flächen- und Stallbilanzen von vier standorttypischen Brandenburger Futterbaubetrieben (Vorstellung der Betriebe - WEISE und SCHELLER 1996). Bei der Flächenbilanzierung wurden pro Fläche/Schlag die N-Zufuhr über Mineral- und Wirtschaftsdünger, Saatgut, atmosphärischen N-Eintrag (nasse Deposition) und symbiotische N<sub>2</sub>-Bindung sowie die N-Abfuhr mit dem Erntegut und der abgeweideten Futtermenge verrechnet. Der Durchschnitt einer Nutzungsart ist als flächengewichtetes Mittel ausgewiesen. Die Stallbilanz basiert auf der Erfassung der N-Zufuhr durch wirtschaftseigene Futtermittel, Zukauffuttermittel sowie zugekauft Vieh und des N-Entzuges durch die erzeugte Milch und den Viehverkauf. Die Bestandsänderungen wurden berücksichtigt. Die Bilanzen haben weitgehend Meßdaten zur Grundlage. Das betrifft insbesondere die Bodenuntersuchungen von Wurzelzone und ungesättigter Zone auf N<sub>min</sub>, Flächenerträge und Mengen- sowie Qualitätsangaben zum Grundfutter und Wirtschaftsdünger. Die Entnahme, Behandlung und Untersuchung der Boden-, Pflanzen- und Wirtschaftsdüngerproben erfolgte nach den LUFA-Methodenvorschriften.

---

\* Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue e. V., 14641 Paulinenaue

**Ergebnisse**

Es werden beispielhaft die Ergebnisse der N-Flächen- und -Stallbilanzen für die Betriebe B und D vorgestellt. Die Flächenbilanzen der Erntejahre 1994/95 zeigen einen relativ großen N-Überschuß bei den Kulturen Kartoffeln, Mais und Winterraps (Tabelle 1).

Tabelle 1: N-Flächenbilanzen von Hauptkulturen

Nutzungsart	N-Saldo/-Überschuß [kg N/ha]							
	Betrieb B				Betrieb D			
	1994 x e)		1995 x e)		1994 x C)		1995 x e)	
	von .. bis	von .. bis	von .. bis	von .. bis	von .. bis	von .. bis	von .. bis	
Kartoffeln	229	(72)	311	(140)				
	221	239	293	325				
Winterraps	66		61	(72)				
	63	70						
Mais	43	(-31)	55	(-10)	212	(47)	130	(-78)
	-53	171	-43	170			-225	458
Winterroggen	22	(34)	13	(30)	1		-27	(- 6)
	-6	51	- 11	31			-27	-26
Triticale	- 107		- 14	(- 6)				
			- 18	-13				
Wintergerste	54	(71)	-28					
	38	69						
Sonnenblumen	6		21					
	-4	21						
Grünland	-2	(-21)			49	(23)	- 5	(- 37)
	-95	158			- 18	196	-44	51

Vom Gesamt-N der Wirtschaftsdünger wurden als pflanzenverfügbar angerechnet:

- Mist 30% im Ausbringungsjahr, 15 % im 1. Folgejahr, 5 % im 2. Folgejahr
- Gülle 60 % im Ausbringungsjahr, 10 % im Folgejahr
- Weidetierexkrement 60% im Ausbringungsjahr

Stellt man für die Berechnung der N-Flächenbilanz bei der Ausbringung von Wirtschaftsdünger nur den unmittelbar pflanzenverfügbaren Stickstoff vom ausgebrachten Gesamt-N in Rechnung, so verändert sich der N-Überschuß auf die in Klammern angegebenen Werte. Zu beachten sind die großen Unterschiede im N-Überschuß zwischen den Einzelschlägen pro Nutzungsart. Diese lassen erkennen, daß besonders bei Kulturen mit einem großen N-Überschuß Möglichkeiten zu einer Verbesserung der N-Bilanz bestehen. Die negativen Bilanzen konzentrieren sich auf Niedermoorflächen des Grünlandes und anmoorige Ackerschläge - als Ursache ist eine umfangreiche Nettomineralisation zu unterstellen. Die Untersuchungsergebnisse der Stallbilanzen (Tabelle 2) belegen, daß der entscheidende Einfluß auf die N-Verwertung im Tierproduktionsbereich vom Leistungsniveau der Tiere (kg FCM/Tier/a) sowie von einer bedarfsgerechten Rationierung (N-Aufnahme-Ist/Norm) ausgehen. Die ermittelte Grundfutterleistung weist ein mittleres bis sehr gutes Niveau aus. Die gegebenen Unterschiede (kg FCM/Tier/a) sind zum Teil leistungsbedingt, lassen aber auch auf die Möglichkeiten zur Verbesserung des Grundfuttereinsatzes in der Rinderfütterung schließen.

Tabelle 2: N-Stallbilanzen der Milchviehhaltung

Leistungsparameter	Betrieb B		Betrieb D	
	1993/94	1994/95	1994	1995
<b>N-Verwertung</b>				
[% des Futter-N]	23,0	21,3	26,4	25,7
<b>N-Ausscheidung</b>				
[g/kgFCM <sup>1</sup> ]	19	19	16	16
<b>N-Aufnahme</b>				
[g/kg FCM <sup>1</sup> ] -Ist	25	24	22	21
-Norm	20	20	18	18
<b>Milchmenge</b>				
[kg FCM <sup>1</sup> /Tier/a]	5.248	4.923	7.337	7.704
<b>Anteil am Futter-N[%]</b>				
wirtschaftseigenes Futter	76	76	72	72
zugekauftes Futter	24	24	28	28
Grundfutter	66	66	72	75
Kraftfutter	34	34	28	25
<b>Grundfutterleistung</b>				
[kgFCM <sup>1</sup> ]	2.902	2.515	4.819	5.163
(einschließlich 100% Erhaltung)				
Milchmengenanteil [%]	55,3	51,1	65,7	67,0

<sup>1</sup> 4% Fett

### **Zusammenfassung/Schlußfolgerungen**

Die ermittelten N-Einzelwerte zu den Flächen- und Stallbilanzen lassen folgende Schwerpunkte für eine Reduzierung des N-Überschusses herausstellen:

- Verminderung des hohen N-Überschusses bei den Flächenbilanzen von Kartoffeln, Mais und Winterraps
- Verringerung der Unterschiede zwischen den Einzelschlägen pro Nutzungsart
- optimale Nutzung der Nettomineralisation " insbesondere durch die Grünlandbestände auf Niedermoor
- Abbau punktueller Flächenbelastungen
- Erhöhung der Grundfutterleistung sowie des tierischen Leistungsniveaus

### **Literatur**

- AARTS, H. F. M., BIEWINGA, E. E., van KEULEN, H., 1992: Dairy farming systems based on efficient nutrient management. - Netherlands Journal, of Agricultural Science 40, S. 285 - 299
- GÄTH, S., WOHLRAB, B., 1992: Strategien zur Reduzierung standort- und nutzungsbedingter Belastungen des Grundwassers mit Nitrat - Dt. Bodenkundliche Ges., AG Bodennutzung in Wasserschutz- und -schongebieten, Wilhelmstr. 19, Oldenburg
- ISERMANN, K., 1992: Die Stickstoff- und Phosphorbilanzierung der Landwirtschaft und daraus abgeleitete Lösungsansätze. für eine zukünftige umweltverträgliche (re) Land(schafts)bewirtschaftung - Kongreß- und Tagungsberichte der Martin-Luther-Universität Halle Wittenberg, S. 127 - 135
- WEINGARTEN, P., HEINRICHSMEYER, W., MEYER, R., 1995: Abschätzung der Auswirkungen von Vorsorgestrategien zum Grundwasserschutz im Bereich Landwirtschaft, Agrarwirtschaft 44, H. 4/5, S. 191 - 204
- WEISE, G., SCHELLER, P., 1996: N-Überschüsse im Stoffkreislauf untersuchter Futterbaubetriebe - Maßnahmen zu ihrer Reduzierung. - Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften e. V., 40. Jahrestagung, Neuruppin, Tagungsbericht

## **N<sub>2</sub>O-Freisetzung auf Mähgrünland - Methodik und erste Ergebnisse**

Ch. Hoffmann, M. Anger \*

### **Einleitung**

Lachgas (N<sub>2</sub>O) ist ein klimarelevantes Spurengas. Seine aktuelle Bedeutung ergibt sich aus zwei Einflüssen auf die Erdatmosphäre:

- der Förderung des Treibhauspotentials und
- der Zerstörung der Ozonschicht.

Das Treibhauspotential von N<sub>2</sub>O ist 320mal größer als das von CO<sub>2</sub> und seine mittlere Verweildauer in der Atmosphäre beträgt 120 Jahre. Der jährliche Anstieg der N<sub>2</sub>O-Konzentration wird mit 0,25% angegeben (IPCC 1995). Etwa 37% der N<sub>2</sub>O-Gesamtemissionen werden auf die Landwirtschaft zurückgeführt (Isermann 1993). Folgende Faktoren fördern die Freisetzung von N<sub>2</sub>O auf landwirtschaftlichen Flächen besonders: hohe Bodenfeuchte bei gleichzeitig ausreichender Verfügbarkeit von N<sub>min</sub>-Stickstoff und leicht abbaubarem Kohlenstoff.

Höhere N<sub>2</sub>O-Freisetzungsraten sind daher auf Grünlandstandorten zu erwarten bei

- zur Nässe neigenden Böden,
- hoher Niederschlagsintensität,
- hohem Stickstoff-Düngungsniveau und
- hohen Gehalten an verfügbarem Kohlenstoff (z.B. aus Gülledüngung)

### **Material und Methodik**

An drei Versuchsstandorten (Eifel, Niederrhein, westliches Münsterland) wurde die N<sub>2</sub>O-Freisetzung mit Hilfe der 'closed-box'-Methode (Mosier 1989) gemessen. In vierfacher Wiederholung wurden 60 x 40 cm große PE-Rahmen 10 cm tief in den Boden eingesetzt und verbleiben dort über die gesamte Versuchsdauer.

In regelmäßigen zeitlichen Abständen erfolgten die N<sub>2</sub>O-Messungen durch Abdeckung der Rahmen mit PE-Kästen über einen Zeitraum von 4,5 Stunden. Während dieser Anreicherungsphase wurden vier Gasproben in zuvor evakuierte Glasröhrchen gezogen. Die Analyse der N<sub>2</sub>O-Konzentration erfolgte im Labor gaschromatographisch (ECD). Die Freisetzungsraten wurden aus dem linearen Anstieg der N<sub>2</sub>O-Konzentration berechnet.

---

\*Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau der Universität Bonn, Katzenburgweg 5, 53115 Bonn

## Ergebnisse

Das verwendete Verfahren gewährleistet während einer Anreicherungsphase von 4,5 Stunden einen linearen Anstieg der  $N_2O$ -Konzentration; damit lassen sich auch geringe Ausgasungsraten messen (Abb. 1).

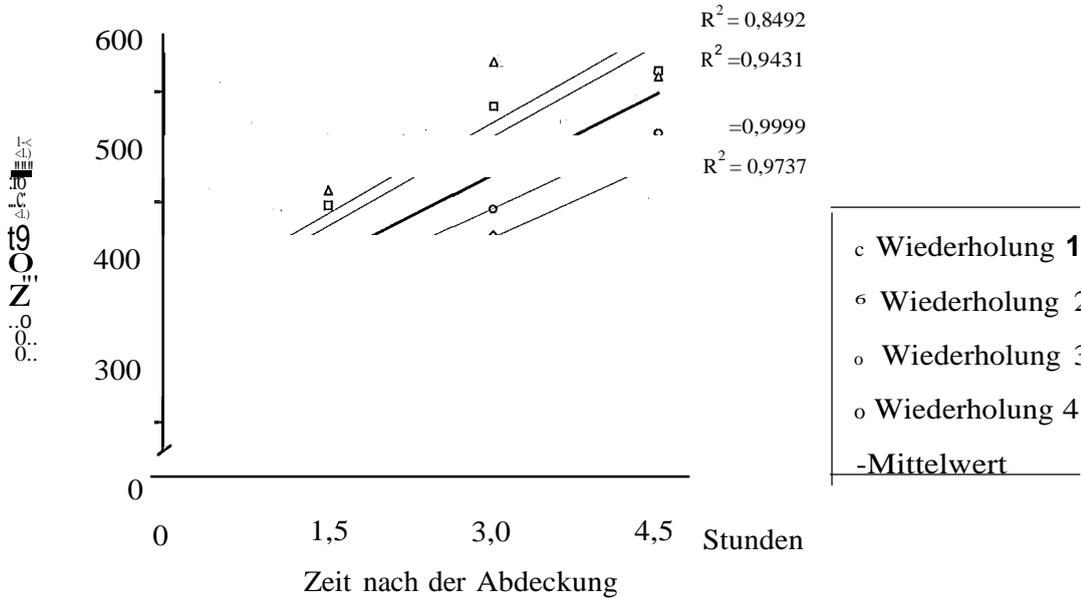


Abb. 1:  $N_2O$ -Konzentrationsanstiege während der Anreicherungsphase unter vier Behältern einer Variante (KAS 360 kg N/ha und Jahi., Rengen/Eifel, 21.06.1996)

Wie erste Ergebnisse der laufenden Versuche auf den drei verschiedenen Ortinlandstand-orten zeigen (Abb. 2), gehen wesentliche Einflüsse offenbar aus von

- der N-Form des verwendeten Düngers [Kalkammonsalpeter (KAS) bzw. Glille] und
- der N-Menge;

darüber hinaus auch von

- Bodentyp,
- Bodenfeuchte,
- Bodentemperatur,
- aktuellen  $N_{min}$ -Werten im Oberboden,
- Gehalten an wasserlöslichen Kohlenstoffen,
- Niederschlägen und
- oberirdischem N-Entzug.

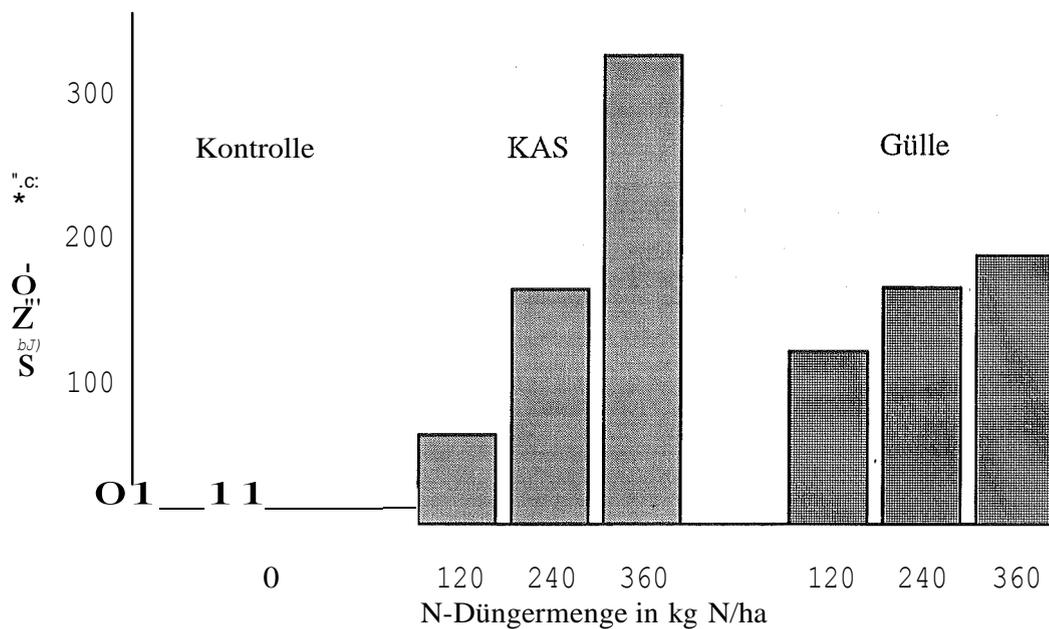


Abb. 2: N<sub>2</sub>O-Freisetzungsraten auf dem Standort Rengen/Eifel am 21.06.1996

#### Fazit

Das vorgestellte System zur Erfassung der N<sub>2</sub>O-Verluste auf Grünland bietet folgende Vorteile:

- o technisch einfache Installation,
- o geringe Kosten und
- o hohe Meßgenauigkeit.

Problematisch sind:

- der hohe zeitliche Aufwand bei der Probennahme,
- o der große Analysenumfang und
- die beschränkte Lagerfähigkeit der Gasproben.

Erste Ergebnisse aus den laufenden Untersuchungen dokumentieren, daß auf Mähgrünland die N<sub>2</sub>O-Freisetzung wesentlich durch die N-Düngerform und die -menge beeinflusst wird.

**Literatur**

- IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL OF CLIMATE CHANGE), 1995: Climate Change 1994. Radiative forcing of climate change and an evaluation of the IPCC IS92 emission scenarios. University Press, Cambridge.
- ISERMANN, K., 1993: Anteile der Landwirtschaft an der Emission klimarelevanter Spurengase-ursachenorientierte und hinreichende Lösungsansätze. Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., 69, 231-238.
- MosiER, AR., 1989: Chamber and isotope techniques. In: M.O. Andreae and D.S. Schimel (eds.): Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere. John Willey and Sons Ltd., Chichester, 175-187.

## **Kälber setzen sich zur Wehr!**

R. Priebe \*, P. Schmoldt \*\*

### **Problemstellung**

Die Trichostrongylidose, hervorgerufen durch Magen-Darm-Rundwürmer (MDR), ist eine gefürchtete Weideparasitose. Ein massiver Befall mit MDR verursacht bei erstmalig weidenden Rindern im Sommer und Herbst starke Leistungsdepressionen, verbunden mit den typischen Symptomen wie struppiges Haarkleid, Durchfall und Abmagerung, im Extremfall sogar Todesfälle. Bei weidenden Kälbern aus der Mutterkuhhaltung wurden diese Erscheinungen jedoch bisher nicht beobachtet.

In dreijährigen Untersuchungen (1992-1994) in einem Landwirtschaftsbetrieb mit einem Bestand von rund 500 Mutterkühen wurde deshalb untersucht, wie stark der Befall der Weideflächen mit Larven-IU von MDR unter den Bedingungen der Mutterkuhhaltung ist und wie sich dieser auf die Befallsexten-sität und -intensität der Kälber auswirkt.

### **Material und Methode**

Der Befall von ausgewählten Weideflächen (Koppeln) mit Larven-III von MDR wurde in jedem Jahr wöchentlich während der gesamten Weidesaison ermittelt. Von ausschließlich beweideten Koppeln, die nach dem System der Umtriebsweide genutzt worden sind, wurden Grasproben geschnitten und nach der Methode von SIEVERS-PREKEHR untersucht.

Analog sind von Kälbern, die auf den untersuchten Koppeln weideten, Kotproben zur Ermittlung der Ausscheidung von MDR-Eiern oder anders ausgedrückt, zur Berechnung der Befallsexten-sität und -intensität genommen worden. Anthelminthika wurden nicht eingesetzt.

### **Ergebnisse**

#### **Befall der Weideflächen mit Larven-IU von MDR**

Der Befall der Weideflächen mit Larven-III zeigte den typischen und aus der Literatur bekannten saisonalen Charakter (Abb. 1).

---

\* Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue e. V., 14641 Paulinenaue

\*\* Bildungswerk Extensive Landnutzung e. V., 16225 Eberswalde

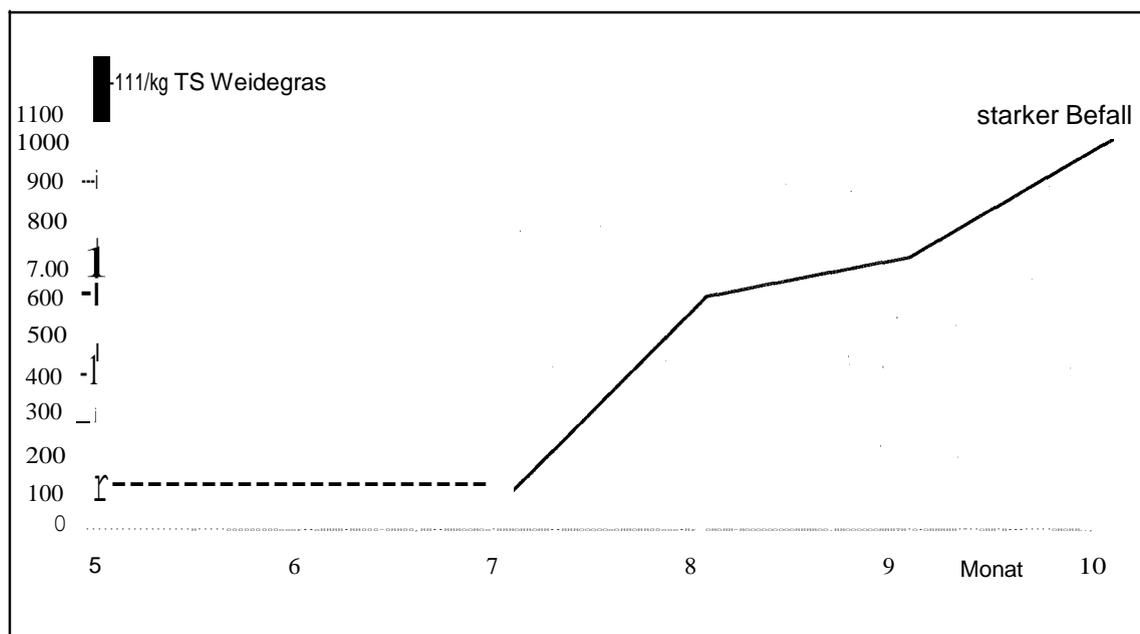


Abb. 1: Befall. von Mutterkuhweiden (10 Koppeln) mit Larven-In von Magen-Darm-Rundwürmern im Mittel der Jahre 1992-1994 (Ergebnisse aus wöchentlichen Grasuntersuchungen)

Nach einem etwas höheren Befall im Mai, verursacht durch auf der Weide überwinterte MDR-Larven, waren im Juni/Juli die Koppeln nur noch geringfügig kontaminiert, da die überwinterten Larven zu diesem Zeitpunkt weitestgehend abgestorben sind und die neue Larvengeneration sich erst allmählich entwickelt. Ab August war ein starker Anstieg der Larvenzahlen zu verzeichnen, bedingt durch die nun rapide Entwicklung der ausgeschiedenen MDR-Eier zu infektiösen Larven.

Mit durchschnittlich 1000 Larven-III/kg TS Weidegras war im Oktober ein durchaus starker Befall zu verzeichnen. Einzelne Koppeln waren zu dieser Zeit sogar mit rund 2000 Larven-III/kg TS kontaminiert.

#### Befall der Mutterkuh-Kälber mit Magen-Darm-Rundwürmern

Die Kälber verschiedener Kalbepereoden sind hinsichtlich der Befallsextenstität mit MDR differenziert zu bewerten. (Abb. 2).

Die im Januar bis März geborenen Kälber sind beim Weideauftrieb bereits so weit entwickelt, daß sie vom ersten Weidetag an mit Larven-In kontaminiertes Gras in größeren Mengen aufnehmen. Die Befallsextenstität stieg zwar bis zum Juli auf 40% an, aber die nun erworbene Immunität dürfte die Ursache für den starken Rückgang der Befallsextenstität ab August sein.

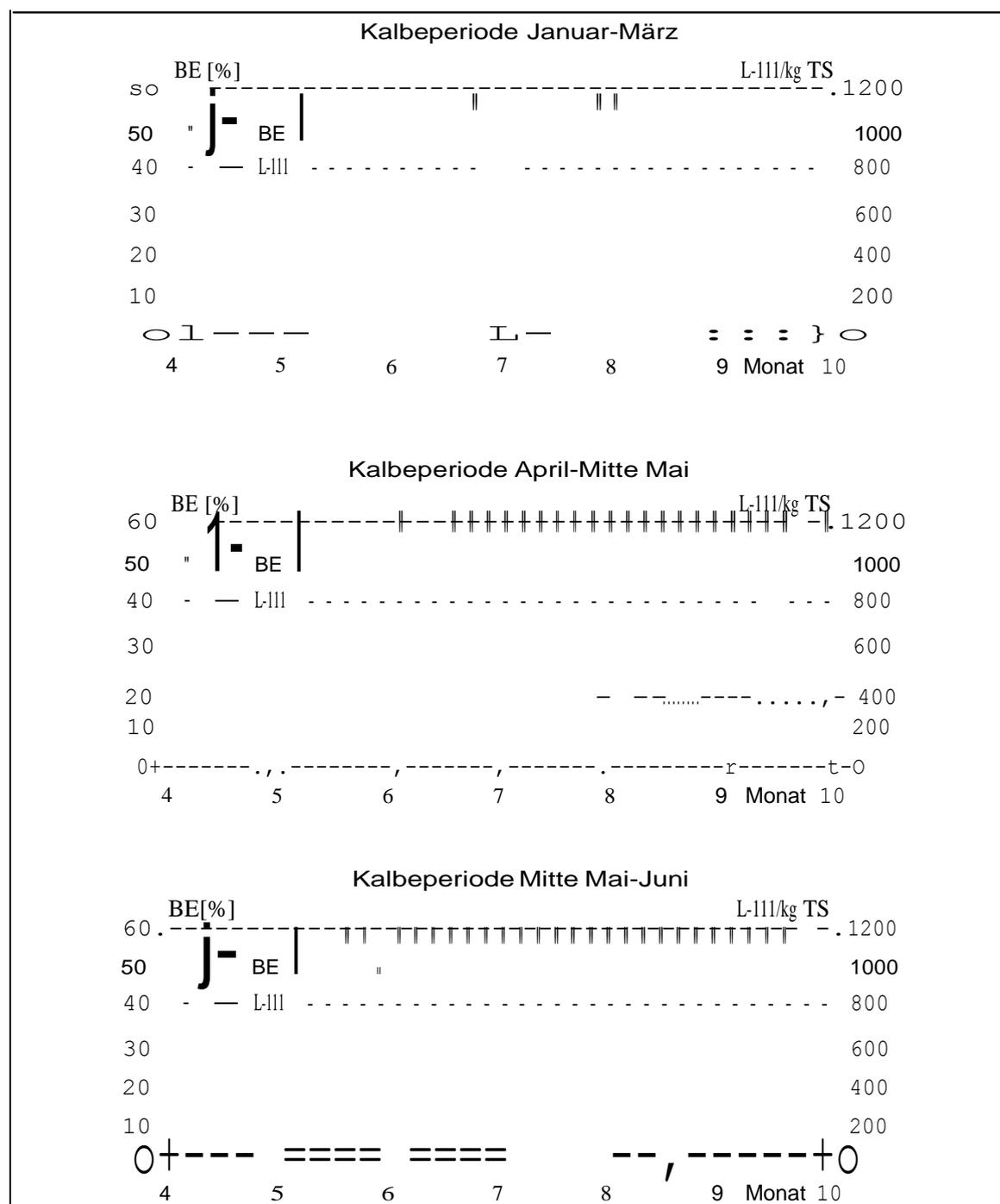


Abb. 2: Befallsexten­si­tät [BE] von weidenden Mutterkuhkälbern verschiedener Kalbeperioden mit MDR und Larvenbefall [L-III] der von ihnen beweideten Koppeln (Mittel von 3 Jahren)

Die Kälber der Kalbeperiode April bis Mitte Mai wiesen im Mittel der drei Jahre die günstigsten Ergebnisse bei der Befallsexten­si­tät auf. Der geringe Infektionsdruck während des allmählich ansteigenden Weidefut­ter­ver­zehr­ und die optimale Ernährung der Kälber über die

Muttermilch schaffen günstige Voraussetzungen für die Immunitätsausbildung, die die Tiere in die Lage versetzt, auch mit der starken Larven-IU-Belastung im Herbst fertig zu werden.

Bei den **Mitte Mai bis Juni geborenen Kälber** war die Befallsextenstität im Juli und August gering. Sie stieg dann aber bis Oktober auf 40 %, in einer Herde sogar auf 60 % an. Die Entwicklung deutet darauf hin, daß die Zeit für die Ausbildung einer belastbaren Immunität nicht ausgereicht hat, um den massiven Belastungen im Herbst standzuhalten.

Die Befallsintensität war sehr gering. In 87% der untersuchten Kotproben konnten keine MDR-Eier nachgewiesen werden, lediglich 1 % der positiven Proben war stark befallen.

### **Schlußfolgerungen**

Im Herbst lag in allen Jahren eine hohe Belastung der Weideflächen mit MDR-Larven UI vor, woraus generell ein hohes Infektionsrisiko für Rinder resultiert.

Es ist aber in keinem Fall zum Auftreten einer MDR-bedingten Erkrankung gekommen. Die Lebendmassezunahmen der Kälber lagen im für die jeweilige Rasse bekannten Normbereich. Auf Grund der Ergebnisse und langjähriger Erfahrungen kann empfohlen werden, bei normalen Produktionsablauf von einer **AufstaUungsbehandlung der von Januar bis Mitte Mai geborenen Kälber Abstand zu nehmen. Im Juni und später geborene Kälber** konnten keine belastbare Immunität ausbilden, so daß die Tiere dieser Altergruppe **Ende Oktober einer anthelminthischen Behandlung unterzogen werden sollten.**

Zur Erhöhung der Produktionssicherheit gegenüber MDR sollte in erster Linie auf die **Anwendung weidehygienischer Maßnahmen**, wie Mähweidenutzung und Mittsommerumtrieb, orientiert werden.

## Quantitative Veränderungen des mineralischen Bodenstickstoffs unter verschiedenen Weidebereichen einer extensiv geführten Schafweide

G. Ebel, A. Milimonka, K. Richter\*

### Problemstellung

Masttiere scheiden bis zu 95% des über das Futter aufgenommenen Stickstoffs über die Exkrememente wieder aus (WHITEHEAD, 1970). Somit ist auf intensiv bewirtschafteten Weiden mit einer Anreicherung von Stickstoff und erhebliche Nitratverluste durch Auswaschung zu rechnen (RYDEN et al., 1984). Mit den Maßnahmen der Extensivierung werden in Grünlandsystemen geringere Nährstofffrachten im Boden erwartet. Dennoch kommt es in Weidesystemen ohne Stickstoffdüngung zu Nährstoffverlusten (BENKE, 1991), was durch die ungleichmäßige Verteilung der Exkrememente begründet sein kann. Bereiche mit höheren Nährstoffkonzentrationen wären demzufolge zu erwarten (HOMM, 1990); (NEWBOULD, 1990). Bei der Koppelschafhaltung besteht durch das Herdenverhalten der Schafe eine unterschiedliche Präferenz von Weidebereichen (HILDER, 1964); (LECRIVAIN, 1990).

Im folgenden Experiment wurde die Anreicherung und Verlagerung von mineralischen Bodenstickstoff in verschiedenen häufig aufgesuchten Weidebereichen einer extensiv geführten Schafstandweide untersucht.

### Material und Methoden

Die vorherrschende Bodenart der Versuchsfläche (Gut Berge - Land Brandenburg) war ein stark humoser, lehmiger Sand mit einem Humusgehalt von 14%. Der pR-Wert des Bodens betrug 6,4. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge liegt bei 520 mm und die Jahresmitteltemperatur beträgt 8,5°C.

Tab. 1: Temperatur (°C), Niederschlag (mm), potentielle Evaporation (mm) und klimatische Wasserbilanz (mm) in verschiedenen Perioden des Untersuchungszeitraumes

Zeit- raum	Temp O	Nd. ■	PET ■	KWB ■	Zeit- raum	Temp O	Nd. ■	PET ■	KWB ■
5/92- 8/92	19,4	162,6	477,6	-315	5/93- 8/93	16,8	349,6	385,5	-35,9
9/92- 4/93	5,7	295,4	278,8	16,6	9/93- 4/94	5,7	418,5	233,8	184,7

Die Hauptbestandsbildner der Weidefläche waren zu Versuchsbeginn (April 1992) von folgendem Pflanzenbestand geprägt, die Wiesenrispe mit 35% Ertragsanteilen, die Quecke mit 25% Ertragsanteilen und der Löwenzahn mit 20% Ertragsanteilen. Die Weidefläche wurde nicht gedüngt. Der Ausgangswert der Bodennitrat-N Menge lag im April 1992 in der Bodenschicht 0-30 cm bei 16 kg/ha.

Das Experiment bestand in beiden Versuchsjahren aus 4 Koppeln mit einer jeweiligen Größe von ca. 2 ha, die mit je 20 Müttern und 30 Lämmern im Standweideverfahren von Anfang/Mitte Mai bis Ende September beweidet wurden. Die Muttertiere wurden jeweils 6-7 Wochen nach dem Auftrieb von der Weide genommen. Tabelle 2 enthält die Faktoren und Stufen, die im Experiment geprüft wurden.

\* Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Institut für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Fachgebiet Grünlandssysteme, Invalidenstr. 42, 10115 Berlin

Tabelle 2: Faktoren und Stufen des Weideversuches

Faktoren	Stufen
A: nächtliche Pferchung	a1: mit a2: ohne
B: Weide- bereich	b1: normal beweideter Bereich b2: präferierter Weidebereich (Tränke, Ruhelager ca. 40-50 m <sup>2</sup> /Koppel)
<u>Zusatzprüfglied</u>	Pferch (Größe 30m <sup>2</sup> , mit Stroh eingestreut)

Die Flächen der Pferche und Tränkeplätze wurden im zweiten Beweidungsjahr räumlich verändert. Eine Beeinträchtigung des Pflanzenbestandes der präferierten Weidebereiche war visuell erkennbar.

In den Winterhalbjahren wurden mittels eines Rillenbohrstockes Bodenproben in den drei Tiefen 0-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm entnommen. In den Weidebereichen (Hauptwirkung B) und in den Pferchen waren es pro Koppel jeweils 3 Entnahmestellen. Je Tiefe wurde eine Mischprobe aus 3 Teilproben (von einem 1 m<sup>2</sup>) erstellt. Eine Tiefenbohrung bis zu 300 cm erfolgte unter den Pferchflächen des zweiten Versuchsjahres am 07.10.1994. Die Bodenproben wurden tiefgefroren zwischengelagert und im Labor nach KCl-Aufschluß colorimetrisch auf Nitrat- und Ammoniumstickstoff analysiert.

### Ergebnisse

In der untersuchten Weide ließen sich mit Stickstoff unterschiedlich belastete Bereiche ausgrenzen (Abb. 1). Da der Tränkebereich in den nichtgepferchten Varianten den Schafen auch als Ruhelager diente, traten hier signifikant höhere Boden-N<sub>min</sub> Mengen gegenüber den Varianten mit nächtlicher Pferchung auf. In der vegetationslosen Zeit sank der mineralische Stickstoffgehalt im Boden unter den hochbelasteten Bereichen um 40-55 %.

Neben der Auswaschung sind als Ursachen auch die Denitrifikation und die Immobilisierung in Betracht zu ziehen. Unter den normal beweideten Bereichen waren keine Nitrat-N Verlagerungen in tiefere Bodenschichten nachzuweisen.

In den Pferchen wurden 55-65% des auf der Weide aufgenommenen Stickstoffs wieder abgegeben. Bis zum Frühjahr dominierte auf den im Vmjahr gepferchten Flächen der NH<sub>4</sub>-Stickstoff. Erst nach der Misträumung (Eindringen von Sauerstoff in den Boden) und einsetzender Erwärmung des Bodens im Frühjahr fand eine stärkere Nitratbildung statt.

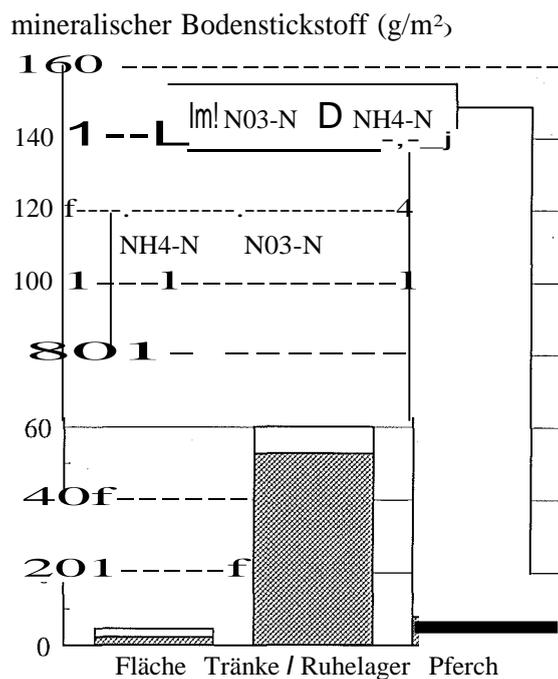


Abb. 1: Menge des mineralischen Bodenstickstoffes (g/m<sup>2</sup>) in der Schicht 0-30 cm in der Hauptwirkung B, Weidebereich und im Zusatzprüfglied Pferch im Sept. 1992

Tab. 3: Veränderung des mineralischen Bodenstickstoffes (g/m<sup>2</sup>) unter den Pferchstellen des ersten Versuchsjahres über einen Zeitraum von 2 Winterperioden

Tiefen	NH4-N			
	21.09.92	20.04.93	04.11.93	12.04.94
0-30 cm	169,05	31,02	4,12	0,88
30-60 cm	6,76	1,12	0,92	0,42
60-90 cm	1,01	0,30	0,67	0,00
0-90 cm	176,82	32,44	5,71	1,30
Tiefen	NO3-N			
	21.09.92	20.04.93	04.11.93	12.04.94
0-30 cm	9,35	58,90	14,07	0,84
30-60 cm	5,54	14,60	17,22	0,97
60-90 cm	0,86	5,01	18,43	2,50
0-90 cm	15,75	78,51	49,72	4,31
Tiefen	Nmin			
	21.09.92	20.04.93	04.11.93	12.04.94
0-30 cm	178,39	89,92	18,19	1,72
30-60 cm	12,31	15,72	18,14	1,39
60-90 cm	1,87	5,30	19,10	2,50
0-90 cm	192,57	110,95	55,43	5,61

GD  $\alpha=5\%$  NO<sub>3</sub>-N 0-30 cm: = 42,0; 60-90 cm: = 12,0

GD  $\alpha=5\%$  NH<sub>4</sub>-N 0-30 cm: = 44,0; 30-60 cm: = 4,2

Eine Untersuchung der Boden-Nmin-Menge unter den Pferchen von September 1992 bis April 1994 ergab eine Verringerung von 97% in der Bodenschicht 0-90 cm (Tab. 3). Nach ca zwei Jahren ist die Bodennitrat-N Menge in der Bodenschicht 0-30 cm unter den Pferchflächen geringer als der Ausgangswert ( $1,6 \text{ g/m}^2$ ) von den normal beweideten Bereichen im April 1992. In Abhängigkeit von der Niederschlagsmenge kann es auch in der Vegetationsperiode zur Nitratverlagerung kommen (Tab. 3).

Ein Jahr nach Beweidungsende konnten hohe Nitratmengen bis in einer Tiefe von 2,50 m nachgewiesen werden (Abb. 2). In dieser Tiefe war zum Zeitpunkt der Beprobung das Bodensubstrat im Bohrstock fließfähig (Grundwasser).

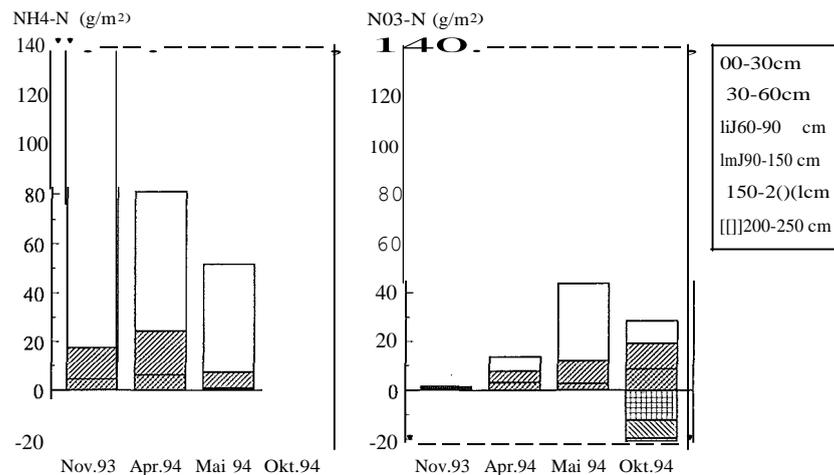


Abb. 2: Veränderung des mineralischen Bodenstickstoffes ( $\text{g/m}^2$ ) unter den Pferchen des zweiten Versuchsjahres über den Zeitraum einer Winterperiode einschließlich Tiefbohrung 07.10.1994

### Schlussfolgerung

In Standweidesystemen mit geringem Tierbesatz können Teilbereiche mit sehr hoher Nährstoffbelastung entstehen. Der mineralische Bodenstickstoff der belasteten Flächen ist einem hohen Verlustrisiko ausgesetzt. Zur Verringerung dieser N-Verluste sind Veränderungen in der Bewirtschaftung der Standweiden angebracht. Dabei wäre eine mehrmalige Umstellung der Tränkeplätze innerhalb eines Jahres, eine Schaffung von eingestreuten Ruheplätzen, sowie eine Nachsaat der hochbelasteten Flächen anzudenken. Aus Gründen zu erwartender höherer betrieblicher Kosten und der noch nicht ausreichenden Klärung der Verringerung von Nährstoffverlusten sowie der Beeinträchtigung der Narbe insbesondere um die Tränkestellen, sind die angeführten Maßnahmen in mehrjährigen Versuchen, unter Einbeziehung des Verhaltens der Weidetiere, zu überprüfen.

## Wirkung von Exkrementflecken auf Biomassertrag und oberirdischen N-Entzug auf Weiden

Annette Roth und M. Anger\*

### Einleitung

Auf Weidegrünland werden durch die Exkrementausscheidungen der Weidetiere punktuell Stickstoffmengen von 350 bis über 1300 kg N/ha zugeführt (WHITEHEAD 1986). Diese N-Überschüsse auf den Exkrementstellen erklären die zumeist erhöhten  $\text{NO}_3$ -Austräge während der Sickerwasserperiode auf Weiden, bei allerdings erheblichen Unterschieden je nach Standort und Bewirtschaftungsmaßnahmen. Vor diesem Hintergrund soll die N-Wirkung der Exkrementstellen auf Weiden untersucht werden. Im Rahmen der durchgeführten umfangreichen Untersuchungen der N-Flüsse auf den Urin- und Kotstellen stellt sich u. a. die Frage, in welchem Maße der Pflanzenbestand in Abhängigkeit vom Nutzungstermin und vom Standort die zugeführten N-Mengen zu binden und in Biomassertrag umzusetzen vermag.

### Material und Methoden

Zur Klärung der skizzierten Versuchsfrage wurden auf drei klimatisch unterschiedlichen Standorten mehrlängige standardisierte Modellversuche angelegt. Die Simulation unterschiedlicher Nutzungstermine erfolgte über die Vegetationsperiode verteilt jeweils zeitgleich durch die Applikation von 2,0 l Urin bzw. 2,5 kg Kot mit nachfolgender Erfassung der Wirkung der Exkremente auf Biomassertrag und oberirdischen N-Entzug (vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Faktoren und Stufen der Modellversuche

Faktoren	Stufen
1 Exkremente	1.1 Urin (20 g N/Spot) 1.2 Kot (7 g N/Spot) 1.3 ohne (=Kontrolle)
2 Applikationstermine	2.1 Mai 2.2 Juni 2.3 Juli 2.4 September 2.5 November
3 Standorte	3.1 Rengen (Eifel) 3.2 Radevormwald (Oberbergischer Kreis) 3.3 Kleve (Niederrhein)

Versuchsanlage: lateinisches Rechteck; n = 4

\*Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau der Universität Bonn, Katzenburgweg 5, 53115 Bonn

Wie die TM-Erträge am Standort Rengen exemplarisch aufzeigen, finden sich signifikante Unterschiede in den Gesamterträgen der Termine Mai bis Juli für die Exkrementformen (vgl. Abb. 1). Während die späte Exkrementapplikation im September und November im Applikationsjahr nicht ertragswirksam wird, finden sich für diese Varianten gegenüber den frühen Terminen tendenziell höhere Erträge im Folgejahr. Die Mehrerträge auf den Urinstellen sind gegenüber den Kotstellen offenbar durch die bessere Verfügbarkeit des Exkrementstickstoffs und die nahezu dreifach höhere N-Zufuhr je Exkrementstelle zu erklären. Gleichzeitig wird der Pflanzenbestand auf der Exkrementstelle i. d. R. durch die Abdeckung mit dem Kothaufen stärker beeinflusst als durch mögliche Verätzungen auf den Urinstellen.

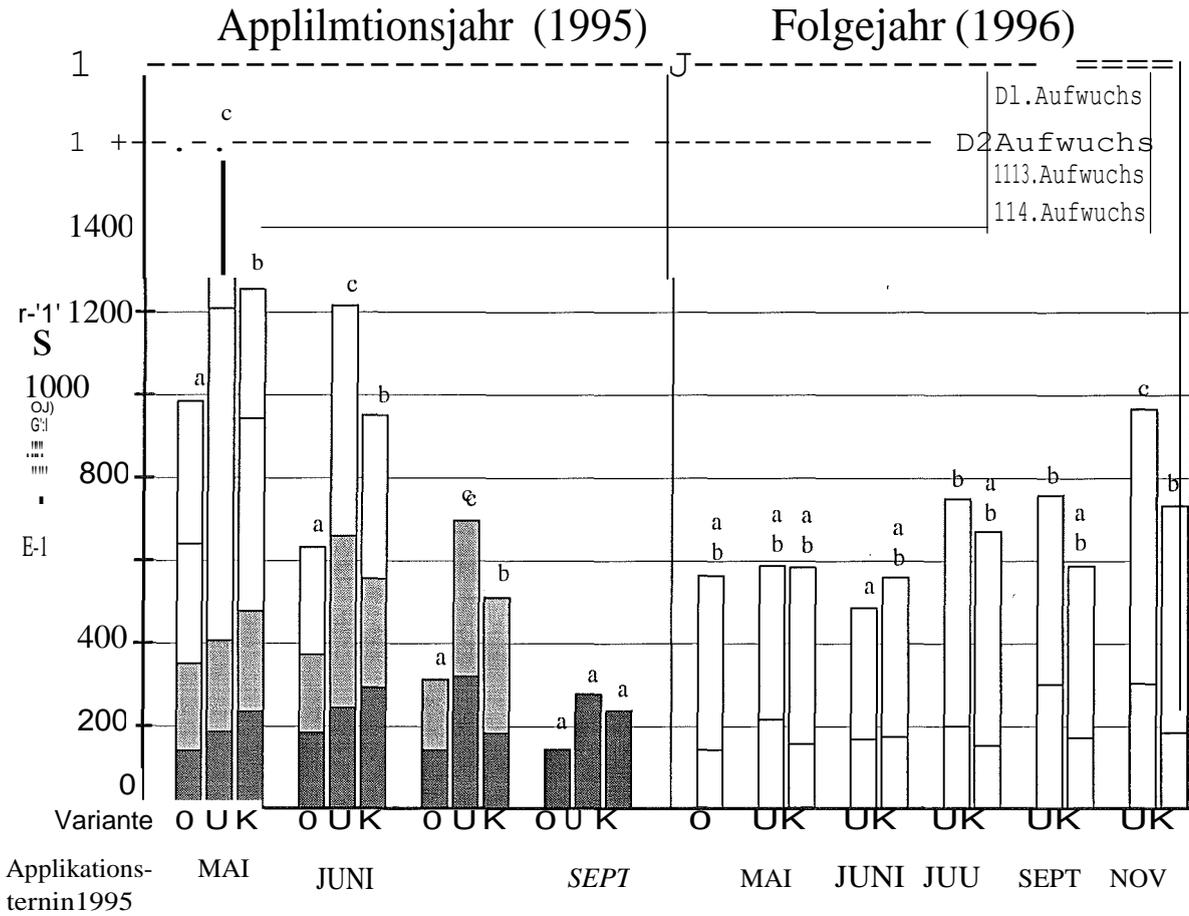


Abb. 1: TM-Ertrag im Jahr der Exkrementapplikation und im Folgejahr in Abhängigkeit von Exkrementform (O = Kontrolle, U = Urin, K = Kot) und Applikationstermin 1995 am Standort Rengen

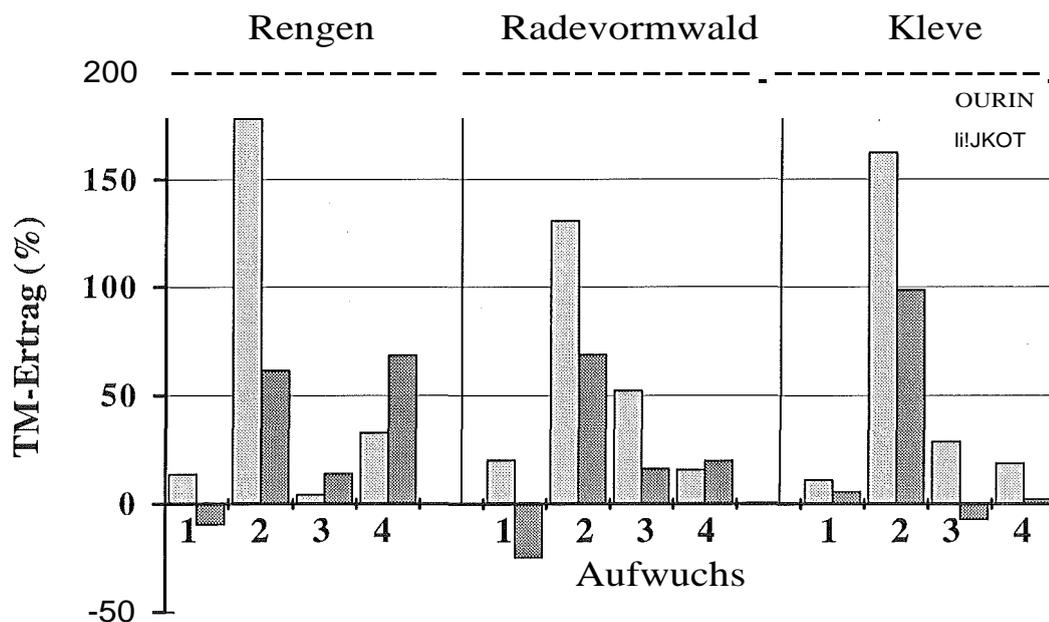


Abb. 2: Relativer TM-Ertrag der einzelnen Aufwüchse auf den Exkrementstellen nach der Exkrementapplikation im Mai 1995 auf den Standorten Rengen, Radevormwald und Kleve (Kontrolle = 0)

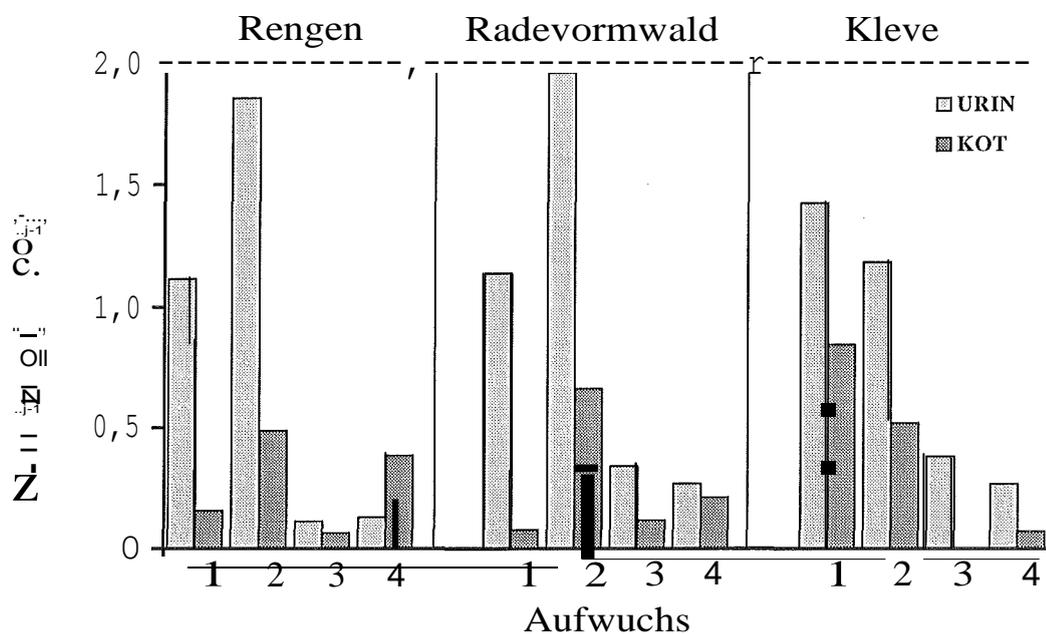


Abb. 3: Oberirdischer N-Entzug der einzelnen Aufwüchse auf den Exkrementstellen nach der Exkrementapplikation im Mai 1995 auf den Standorten Rengen, Radevormwald und Kleve (Kontrolle = 0)

Auf den Standorten zeigen die durch die jeweilige Kontrolle bereinigten TM-Erträge nach der frühen Mai-Applikation für die Urinstellen eine weitgehend einheitliche Wirkung (vgl. Abb. 2). Die unterschiedlichen Standort- und Witterungsbedingungen haben allerdings einen deutlicheren Einfluß auf die Umsetzungsgeschwindigkeit der Kothaufen. Während in Kleve der Kot bereits kurz bis mittelfristig ertragswirksam wird, verzögert sich die Wirkung insbesondere in Rengen offenbar aufgrund der ausgeprägten Sommertrockenheit.

Die oberirdischen N-Entzüge auf den Exkrementstellen bestätigen weitgehend die beschriebenen Effekte (vgl. Abb. 3). Während die TM-Erträge zum ersten Aufwuchs im Vergleich zur Kontrolle keine wesentlichen Veränderungen aufweisen, dokumentieren die erhöhten N-Entzüge die kurzfristige N-Wirkung nach der Exkrementapplikation.

### Fazit

In der vorliegenden Untersuchung wird die N-Wirkung der Exkremente auf die Biomasseproduktion und N-Entzug in nachfolgender Reihenfolge wirksam:

- Nutzungstermin
- Exkrementform (Urin > Kot)
- Standort

Vor dem Hintergrund der mit den Exkrementen applizierten N-Mengen spielen die Unterschiede im N-Entzug eine geringe Bedeutung. Angesichts der erheblichen vom Nutzungstermin abhängigen Differenzen der  $\text{NO}_3$ -Restmengen unter den Exkrementstellen vor der Sickerwasserperiode (ROTH und ANGER 1996), bieten die terminbezogenen Differenzen im N-Entzug nur einen unzureichenden Erklärungsansatz. Stark modifizierend wirken offenbar die jeweiligen Festlegungsbedingungen im Boden sowie gasförmige N-Verluste.

### Literatur

ROTH, A., und M. ANGER, 1996: Beprobung von Exkrementflecken in standardisierten Modellversuchen zur Bewertung von Nitratverlusten auf Weiden verschiedener Standorte. - Mitt. der Ges. für Pfl.bauwissensch. 40, im Druck.

WHITEHEAD, 1986: Sources and transformations of organic nitrogen in intensively managed grassland soils. - In: H.G. v.d. MEER et al. (eds.): Nitrogen fluxes in intensive grassland systems. M. Nijhoff Publ., NL-Dordrecht, 47-58.

## **Einfluß von Stichprobenumfang und Dränage auf die Variabilität der Nmin-Werte unter Mähweiden**

M.-A. Lammers \*

### **Einleitung**

Nmin-Proben mit extrem hohen Nmin-Werten und Werten, die sich bei zeitnah durchgeführter Nachbeprobung nicht bestätigten, waren Anlaß für die Untersuchung. Ist die hohe Variabilität der Nmin-Werte allein dem Probenahmefehler zuzuordnen, womit die Nmin-Methode auf Grünland nur eingeschränkt brauchbar wäre? Können aufgrund von Gesetzmäßigkeiten Problemfälle bei der Anwendung der Nmin-Methode ausgeklammert bzw. durch Änderung der Beprobungsdichte besser abgesichert werden. Trägt Dränage zur Variabilitätsbreite der Nmin-Werte bei? Sind Hinweise für die Praxis ableitbar?

### **Material+ Methode**

Die Nmin-Methode wurde gewählt, da sie im Vergleich zu Saugkerzen bei sachgerechter Probenahme wesentlich kleinere Streuungen verursacht (THEISS 1989, HOMM 1994). Mit **Stichprobenumfang** von 4, 8, 16 und 32 Einstichen wurden im Okt. 1991 auf vier Wiesen und vier Weiden im Hochsauerland je 8 Parzellen mit der Nitratraupe auf 0-10, 10-20, 20-30, 30-60, 60-90 cm beprobt. In den schichtweise vereinigten Mischproben wurden NO<sub>3</sub>-N, NH<sub>4</sub>-N, H<sub>2</sub>O, TS, OS, Nt, pH, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Mg ermittelt, um den Einfluß der Beprobungsdichte in Abhängigkeit von Nutzung, Lage, Bodenart und Flächenvarianz auf die Variabilität der Meßwerte zu prüfen. Um den **Dränageeffekt** zu erfassen, wurde Ende 1990 auf zwei dränierten Mähweiden je ein Versuch mit je 3 Düngestufen (0/200/400 kg/ha u. J.) und 4 Blöcken angelegt. Jeder Block wurde mittig vom Drän durchzogen und im Abstand von 1 m, 1-3 m und 3-6 m beidseitig vom Drän in 3 Sektoren unterteilt. Zu 6 Terminen bei verschiedener Witterung wurden o. g. Kenngrößen bestimmt.

### **Ergebnisse**

Die Nmin-Varianz auf Weiden war größer als auf Wiesen. Sie stieg mit mehr Einstichen je Probe, da durch die unfreie Probenahme in Parzellen kein Genauigkeitsgewinn erfolgen konnte (Abb.1a). Auf Wiesen verringerte sich die Nmin-Varianz mit mehr Einstichen je Probe (Abb.1b). Die Kenngrößen pH, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Mg wiesen schon bei acht Einstichen kleine Varianzen auf. Der Dränageeinfluß auf die Nmin-Variabilität wurde auf extensiv bewirtschafteter Mähweide im Juni '92 und Sept. '92 nach Regenfällen bei hohen Temperaturen nachgewiesen (p=0,05)(Abb.2a). Der Düngungseinfluß ließ sich ebenfalls bestätigen. Die Unterschiede waren zu den übrigen Terminen in den verschiedenen Schichten nicht signifikant. Ursache hierfür war extreme Trockenheit während der Versuchsjahre mit geringen Bodenfeuchte-Differenzen, die mit geringen NO<sub>3</sub>-N-Differenzen korrespondierten. Tongehalt der Lehmböden und Hanglage der extensiv bewirtschafteten Fläche betonten die Effekte. Die extensiv bewirtschaftete Fläche wies stets extrem geringe NO<sub>3</sub>-N-Mengen auf. NH<sub>4</sub>-N-Mengen waren auf beiden Flächen extrem niedrig. Weitere Kenngrößen wie OS und Nt wurden durch die Dränage kaum beeinflusst.

**Fazit**

Höhere **Beprobungsdichte** bringt höhere Sicherheit bei Nmin-Werten. Sie kann auf **Wiesen** mit 8-16 Einstichen so wie bei Parzellenbeprobung erzielt werden. **Weiden** sollten auf der Gesamtfläche zufallsverteilt mit mehr Einstichen beprobt werden. Grenzen liegen in der Praktikabilität des Beprobungsaufwandes. Extreme Ergebnisse bedürfen nach wie vor einer Einzelfallinterpretation. Aufgrund der extremen Witterung konnten **Dräneffekte** nicht durchgängig nachgewiesen werden. Es erscheint sinnvoll, unter anderen Witterungsbedingungen Dräneffekte bei hohen Mineralisationschüben zu prüfen. Die NH<sub>4</sub>-N-Komponente könnte dann an Bedeutung gewinnen.

**Literatur**

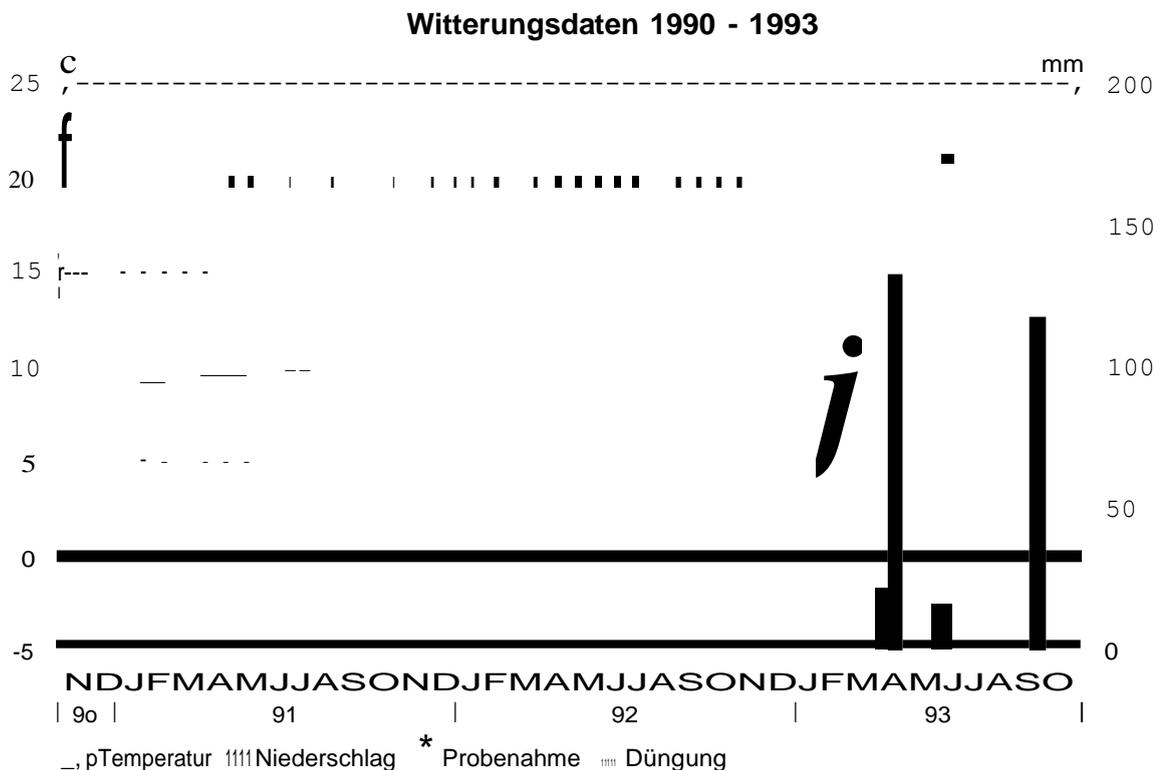
BACH, M., 1987: Die potentielle Nitrat-Belastung des Sickerwassers durch die Landwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland. Diss. Göttingen; Göttinger Bodenkundliche Berichte 9/2.

BÄTZ, G. und Autorenkollektiv, 1972: Biometrische Versuchsplanung. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.

HOMM, A. 1994: Zur Variabilität der Nitratmengen unter Weidenarben. -Diss. Gießen.

OPITZ VON BOBERFELD, W., 1991: Zur Variabilität der Nitratmenge unter Grünlandnarben. Ergebnisse landwirtschaftlicher Forschung an der Justus-Liebig-Universität Gießen, 20, 95-107.

THEISS, H. 1989: Zur Dynamik der Nitrat- und Wasservorräte verschiedener Bodenschichten in Abhängigkeit von Hauptbestandsbildner, Narbendichte und N-Düngung. -Diss. Gießen.



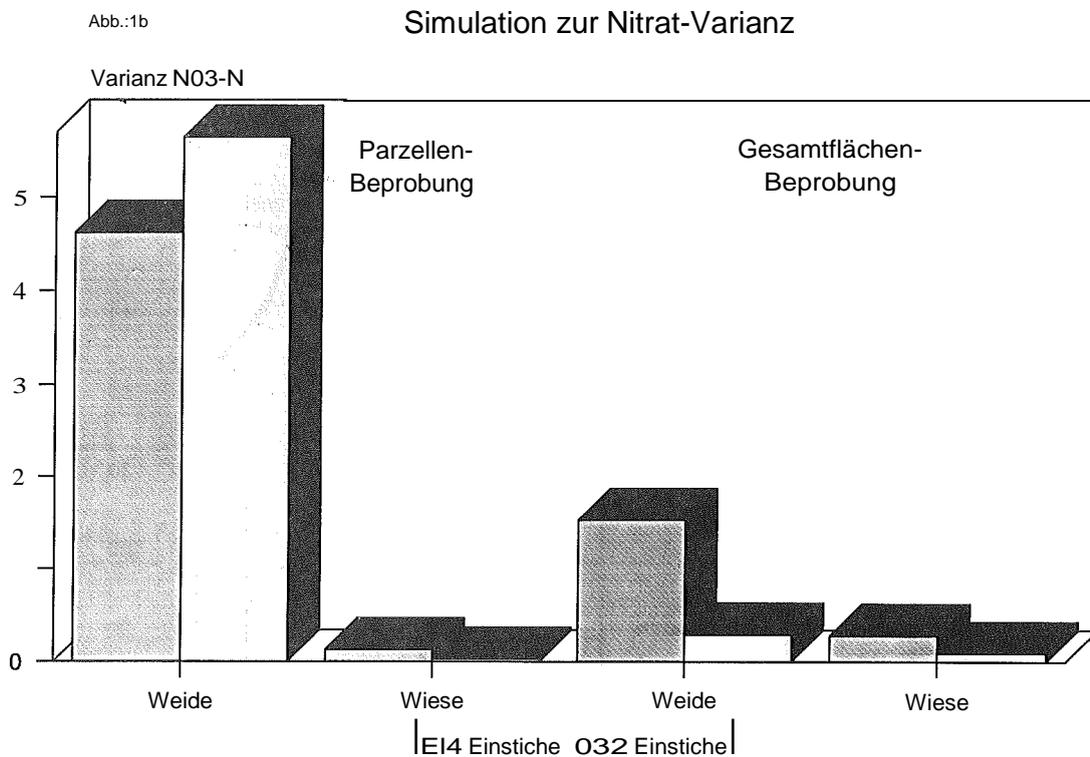
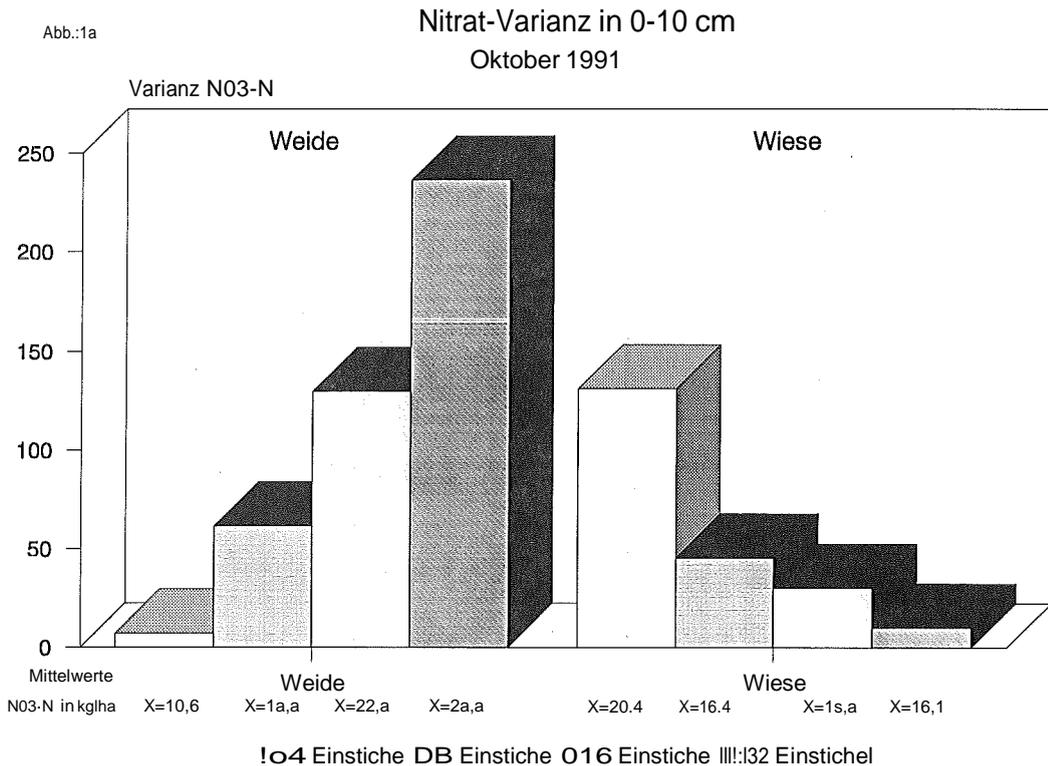


Abb.2a:

**Nitratmengen in 0-90 cm**  
September 1992

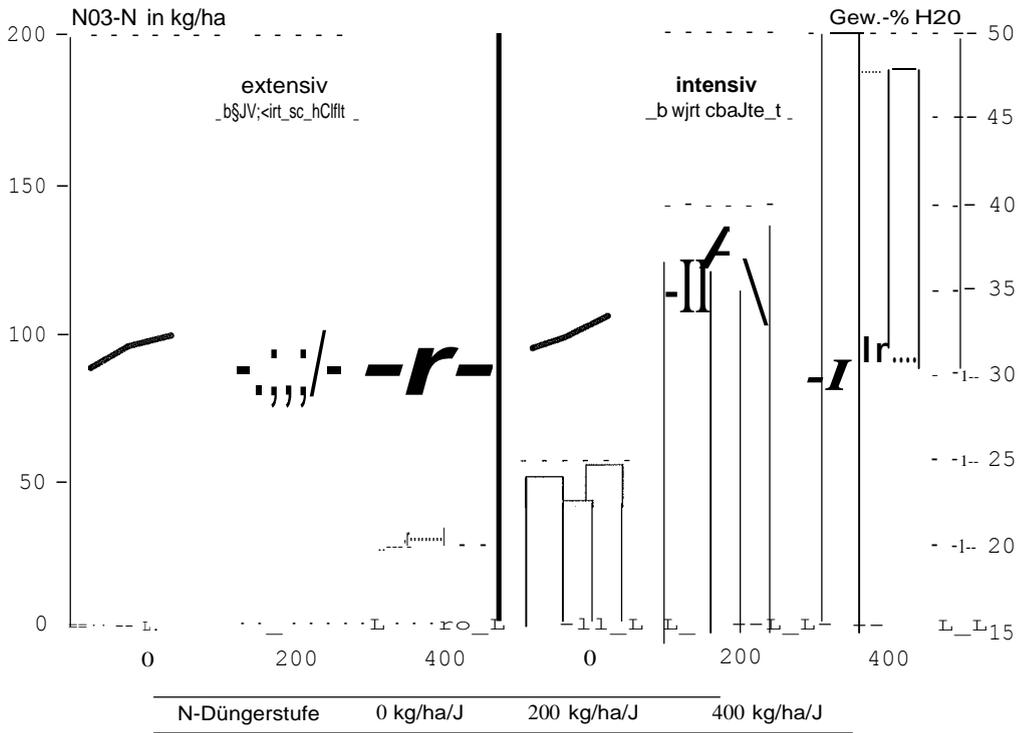
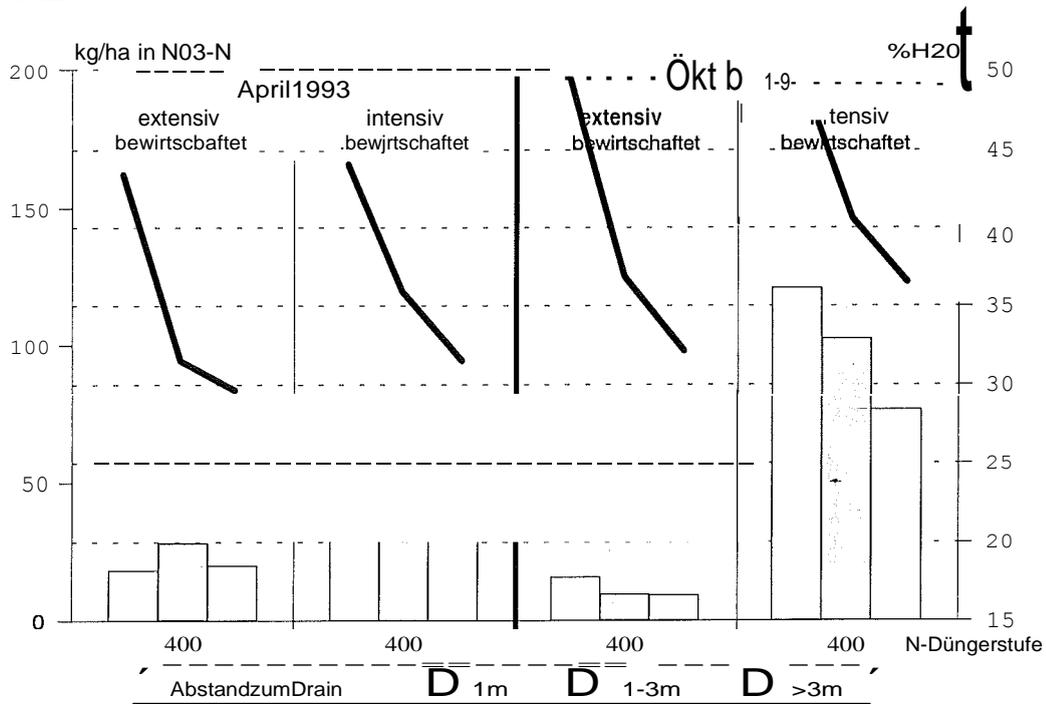


Abb.:2b

**Nitratmengen in 0-90 cm**



## Renaturierung standorttypischer Grünlandgesellschaften in Flußauen

G. Schalitz \*, H. Käding \*\* und Gabriele Petrieb \*\*

### Einleitung

Die ursprünglich charakteristischen Pflanzengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes in Flußauen *Alopecuretum pratensis* Regel 25 und *Phalaridetum arundinacea* Libbert 31 sind heute nach Maßnahmen der Intensivierung wie N-Düngung, Graslanderneuerung und Erhöhung der Nutzungsfrequenz vielerorts nur noch in atypischer Ausprägung oder als Rudiment zu erkennen. Entweder gibt es nahezu Reinbestände (Rohrglanzgras, Neuansaat) oder das *Alopecuretum* ist stark von Quecke und/oder Arten der Flutrasen durchsetzt. Insgesamt ist eine deutliche Artenverarmung eingetreten, die mit Futterwertminderungen einhergehen kann. Das Landschaftsbild der Flußauen wirkt dadurch eintönig.

### Material und Methoden

Zur Auswertung kamen langjährige Bestandesanalysen auf Produktionsflächen an der unteren Oder. Die Entwicklung der artmäßigen Zusammensetzung konnte so über Jahrzehnte verfolgt werden (SCHALITZ, KÄDING und LEIPNITZ, 1995). Die Renaturierbarkeit eines noch ca. 20 % Ertragsanteil Wiesenfuchsschwanz enthaltenden Bestandes wurde in zwei Parzellenversuchen von 1992 bis 1995 geprüft. Dominierender Bestandespartner war die Quecke (*Agropyron repens*).

#### A Renaturierung durch Nutzungsmaßnahmen

- Var. 1 = Später 1. Schnitt mit partiellem Samenausfall des Wiesenfuchsschwanzes - insgesamt 2 Schnitte • Naturschutzbelangen (Vogelschutz)
- Var. 2 = Sehr später Schnitt mit vollständigem Saatgutausfall des Wiesenfuchsschwanzes- Ernte im Spätsommer, nur 1 Schnitt
- Var. 3 = Max. Aushagerung durch 3x Schnitt, - opt. Schnittzeitpunkt aus Sicht der Futterqualität

#### B Renaturierung durch gezielte Nachsaat

Wiesenfuchsschwanz	Frässaat	} 3m
Wiesenrispe	Scheibendrillsaat	
Wiesenfuchsschwanz	Scheibendrillsaat	
Wiesenrispe	Frässaat	

Länge 100m

\* ZALF Müncheberg, Forschungsstation, Gutshof 7, D-14641 Paulinenaue

\*\* ZALF Müncheberg, Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie, Eberswalder Str. 84, D-15374 Müncheberg

In beiden Versuchen wurde keine Düngung verabreicht, da Aushagerung angestrebt war. Ergänzend sind Untersuchungen zum Bodensamenvorrat nach der Winterüberflutung vorgenommen worden.

### **Ergebnisse und ihre Diskussion**

Bei der Zielstellung der Renaturierung ist es realistisch, von naturnäheren Pflanzenbeständen auszugehen, wie sie für das Bewirtschaftungsniveau bis in die 60er Jahre typisch waren. Bei der jetzt erfolgten Unterschutzstellung als Nationalpark ist Extensivweide bzw. eine 2schnittige extensive Nutzung vorgesehen, die möglichst auch eine reichhaltige Arten- und Biotopvielfalt ermöglichen soll.

Die Zielorientierung für Artenvielfalt in den bestimmenden Pflanzengesellschaften bei extensiver Bewirtschaftungsweise schließt im wesentlichen folgende Species ein:

#### **Alopecuretum**

Alopecurus pratensis (Hauptbestandsbildner)  
 Poa pratensis  
 Poa trivialis  
 Agropyron repens (< 10 % Anteil)  
 Agrostis alba  
 Alopecurus geniculatus  
 Festuca pratensis (höher gelegene Standorte)  
 Trifolium repens  
 Vicia cracca  
 Vicia augustifolia  
 Lathyrus pratensis  
 Symphytum officinale  
 Taraxacum officinale  
 Achillea ptarmica  
 Mentha aquatica  
 Inula britannica  
 Leontodon autumnale  
 Rumex acetosa  
 Cardamine pratensis  
 Lysimachia nummularis  
 Potentilla reptans  
 Epilobium palustre  
 Polygonum amphibium  
 Ranunculus repens  
 Senecio jacobaea  
 Polygonum aviculare  
 Thalictrum flavum (Einzelexemplare)

#### **Phalaridetum**

Phalaris arundinacea (Hauptbestandsbildner)  
 Poa palustris  
 Poa trivialis  
 Agrostis alba  
 Alopecurus geniculatus  
 Glyceria maxima  
 Glyceria fluitans  
 Carex vulpina  
 Carex gracilis  
 Carex acutiformis  
 Symphytum officinale  
     Lathyrus palustris  
 Mentha aquatica  
 Lythrum salicaria  
 Eleocharis palustris  
 Galium palustre  
 Myosotis palustris  
 Potentilla reptans  
 Cardamine pratensis  
 Polygonum amphibium  
 Caltha palustris  
 Viola palustris  
 Stellaria palustris  
 Lysimachia vulgaris  
 Senecio aquatica  
 Barbarea stricta  
 Ranunculus repens  
 Thalictrum flavum (Einzelexemplare)

Bei Dominanz von Nutzpflanzen des Grünlandes ist ein Kräuteranteil bis 25% (2. Aufwuchs) durchaus vertretbar. Da die Unterläufe der Flüsse bei periodischer Überflutung zu den nährstoffakkumulierenden Systemen gehören, ist auch ohne Düngung in der Regel mit Mindesterträgen von • 50 dt TM/ha zu rechnen (SCHALITZ, 1994). Etwaige Qualitätseinbußen können im Gebiet des Nationalparks über den Vertragsnaturschutz reguliert werden. Das erlaubt auch noch kleinräumig oder in Relikten vorkommenden Pflanzengesellschaften (Assoziationen) wieder mehr Raum zu geben. Diese sind:

Scirpo-Phragmitetum	Koch 26
Glycerietum maximae	Hueck 31
Butometum umbellati	Phil. 73, Konczak 68
Caricetum acutiformis-riparia	Soo 31
Caritetum gracilis	Tx.37
Caricetum paniculatae	Wangerin 16
Caricetum rostratae	Rübel12
Veronico longifoliae - Euphorbietum lucidae	Bal.-Tul. et Kuez 75
Deschampsietum caespitosae	Horvatic 30
Ranunculo-Alopecuretum geniculati	Tx. 37

Im Renaturierungsversuch mit verschiedenen Nutzungsvarianten war die Artenvielfalt und -Zusammensetzung nicht wesentlich zu verbessern. Es zeigte sich im gesamten Zeitraum 1992-1995, daß die Länge der Überflutungsdauer und der sommerliche Temperatur- und Grundwasserverlauf den entscheidenden Einfluß auf das Verhältnis von Wiesenfuchsschwanz:Quecke ausüben.

Nach Jahren mit langer Winterüberflutung ist der Fuchsschwanzanteil im ersten Aufwuchs geringer. Arten der Flutrasen (*Alopecurus geniculatus*, *Agrostis stolonifera*) durchdringen das *Alopecuretum*. Nach der extrem verlängerten Winterüberflutung bis Ende Mai 1994 kam sogar *Phalaris inermis* auf. Genannte Effekte verstärkten sich noch, wenn Sommerüberflutungen wie 1996 auftreten. Setzt extreme Sommertrockenheit ein wie in den Jahren 1994 und 1995, gehen die Deckungsgrade des Wiesenfuchsschwanzes gegen 0, während die Quecke nahezu Reinbestände bildet. Im Frühjahr 1995 betrug der Ertragsanteil in allen Varianten wieder um 20% Wiesenfuchsschwanz, was dem Ausgangsniveau des Jahres 1992 entsprach.

Es leitet sich ab, daß der Einfluß der Nutzung bei dem hohen Trophiegrad des Standortes noch von untergeordneter Bedeutung bleibt (Abb. 1). Zeitweilige positive Effekte in den Varianten 2 und 3 im Jahre 1993 gingen wieder verloren. Eine Aushagerung des Standortes war nach vier Versuchsjahren noch nicht annähernd möglich. Sie wird bei der jährlichen Schlickablagerung mit Nährstoffzufuhr und den relativ geringen Nährstoffentzügen wahrscheinlich sehr lange Zeit in Anspruch nehmen. Bestandesveränderungen folgen der Aushagerung in der Regel mit weiterem Zeitverzug.

Der Weg der Nachsaat schien daher schneller und erfolversprechender zu sein. Die Anteile der gewünschten Arten waren im Jahr 1993 um 10..20 % erhöht. Nach der extrem langen Überflutungsdauer 1994 bis Ende Mai durchdrangen auch hier die Flutrasenarten den Bestand. Die Ausbreitung von *Alopecurus pratensis* kam zum Stillstand und erhöhte sich in den folgenden Jahren nicht weiter. Gleiches kann man für die Wiesenrispe sagen, die sich allerdings bei Sommertrockenheit besser behaupten konnte. Es waren folgende Erträge zu erreichen (Abb.2).

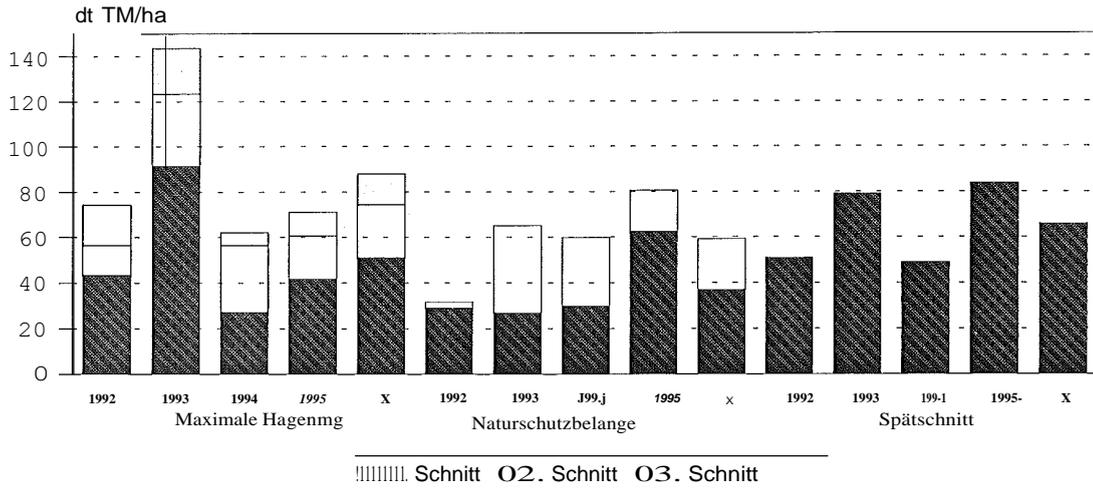


Abb.1: Renaturierung Alopecuretum 1992 bis 1995-Darstellung der Trockenmasseerträge in dt/ha

Mit der Zunahme des Wiesenfuchsschwanz- und Wiesenrispenanteils 1993 war eine Erhöhung der Futterqualität gegenüber dem Ausgangsbestand um ca. 50 kEFr/ha verbunden. Bei weiteren Nachsaaten sollte neben o. g. Gräsern noch *Trifolium repens*, *Trifolium hybridum*, *Vicia cracca* und *Symphytum officinale* Berücksichtigung finden.

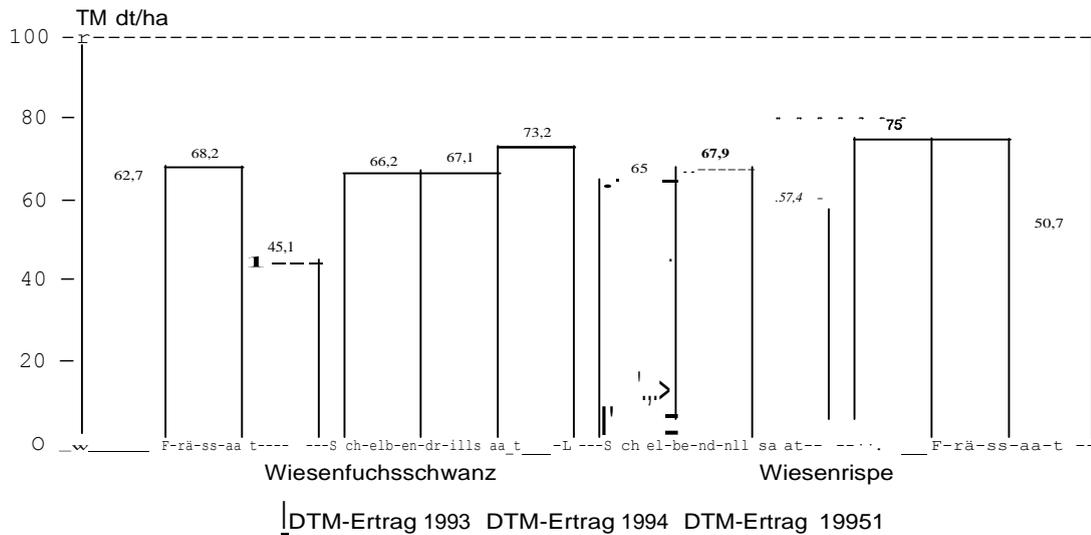


Abb.2: Renaturierung des Alopecuretum durch Nachsaat-Trockenmasseerträge 1993/94/95

### **Schlußfolgerungen**

In den akkumulierenden Systemen überfluteter Flußauen ist Aushagerung bei extensiver Nutzung nur langfristig vorstellbar.

Renaturierung über Nutzungseinflüsse wurde über einen Vierjahreszeitraum noch nicht wirksam. In begrenztem Umfange vermögen Nachsaaten bodenständiger Arten ein schnelleres Ergebnis zu bewirken.

### Literaturverzeichnis

Schalitz, G.; Käding, H. und Leipnitz, W. (1995): Auswirkungen langzeitiger Überstauungen auf die Grünlandvegetation in Flußauen. - Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 8, 101-104

Schalitz, G. (1994): Bisherige Ergebnisse der Renaturierungsforschung im Trockenrasengebiet Galawer Berge und in den Überflutungspoldem des Nationalparks "Unteres Odertal". Deutsch-Polnische Wissenschaftskonferenz am 21.12.1994, Jahrbuch des Deutsch-Polnischen Nationalparks 1994

## Untersuchungen zur Umwidmung von Ackerland in Extensivgrünland

H. Giebelhausen, A. Milimonka \*und M. Baumecker \*\*

### Einleitung

Flächenstillegung zur Marktentlastung kann, je nach Begrünungsart und weiterer Nutzung, auch positive Wirkungen auf den Schutz sowohl abiotischer als auch biotischer Ressourcen ausüben (PFADENHAUER 1988; KUNTZE 1988). Die dauerhafte Etablierung von Pflanzengemeinschaften wird von WOLF und BRIEMLE (1989) sowie KNAUER(1992) gegenüber Rotationsbrache als ökologisch wertvoller eingeschätzt. Die Umwidmung von vormals intensiv bewirtschaftetem marginalem Ackerland in Extensivgrünland/Grünlandbrache ist in Trockenlagen nicht hinreichend untersucht. So besteht Klärungsbedarf u.a. zur Begrünungsart (Selbstbegrünung oder Ansaat), zur Biomasseproduktion bei verschiedenen Pflgeeterminen, zu Mähguteigenschaften sowie zum Kohlenstoffgehalt im Boden.

### Material und Methoden

Auf einemanlehmgigen Sandboden (AZ 18/20) wurde 1991/92 in Thyrow (Land Brandenburg) ein Parzellenversuch zur Umwidmung von marginalem Ackerland in Extensivgrünland angelegt. Der pH-Wert des Bodens lag zu Versuchsbeginn bei 4,9. Die Nährstoffgehalte waren bei Phosphor (Stufe C) und Kalium (Stufe B) noch ausreichend, aber bei Magnesium mit Stufe A im Mangelbereich. Gegenüber dem langjährigen Mittel (1961/90: 8,7 °C; 496 mm Niederschlag) war die Witterung in der Versuchsperiode 1992 bis 1995 durch ein höheres Wärme- und Niederschlagsangebot gekennzeichnet. Durch ungünstige Niederschlagsverteilung kam es in den Vegetationsperioden auch zeitweilig zu Wassermangel.

Die Prüffaktoren 'Begrünungsart' und 'Termin der Pflgeenutzung' wurden in einer Blockanlage mit vier Wiederholungen (Parzellengröße 6m<sup>2</sup>) angeordnet (Tab. 1).

Tab. 1: Prüffaktoren und Stufen der Versuchsanlage

Faktoren	Stufen
A: Art der Begrünung	a1: Selbstbegrünung (SB) a2: Ansaat Schafschwingel (AS);20 kg/ha a3: Ansaat Schaf- und Rotschwingel mit Weißklee (AS);12+7+1 kg/ha
B: Nutzungstermin	b1: früh (Ende Juni/Anfang Juli) b2: spät (Ende August/Anfang September)

\* Institut für Landwirtschaftlichen Pflanzenbau, FG Grünlandssysteme

\*\* Versuchsstation Pflanzenbauwissenschaften, Standort Thyrow: Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtsch.-Gärtnerische Fakultät, Invalidenstr. 42, 10115 Berlin

Ende März 1991 erfolgte die Einsaat der Schwingelgräser und Weißklee in Körnerhafer und 1992 ihre Übernahme ins Versuchskonzept *Die Ertragsanteilschätzung nach KLAPPISTÄHLIN* wurde vor der einschnittigen Pflegenutzung vorgenommen und das Mähgut nach Wägung und Probenahme wieder auf die Parzellen gelegt.

## Ergebnisse und Diskussion

### *Bestandesentwicklung*

Kanadisches Berufkraut behinderte bei Selbstbegrünung die zügige Besiedlung des Standortes mit grünlandtypischer Flora. Nach zwei Jahren reduzierte sich jedoch sein Anteil durch Anflug von Schaf- und Rotschwingel aus den benachbarten Ansaatparzellen (Abb. 1).

Eine solche Entwicklung wird auf größeren Bracheflächen kaum eintreten, da die Nähe aus-samender Grünlandbestände oft fehlt und die krautige Initialflora länger dominiert.

Die Parzellen mit Selbstbegrünung prägten nach vier Jahren wichtige Kennarten des Wüstschafts-gri.inlandes und einige Ackerkräuter (Tab. 2).

Tab. 2: Stetigkeit der Pflanzenarten (%) 1995 sowie Artenanzahl 1992 und 1995 von Extensiv-grünland in Abhängigkeit von Begrünungsart und Termin der Pflegenutzung, Thyrow

<b>Pflanzenart</b>	SB	SB	AS 1	AS2	AS 1	AS2
	früh	spät	früh	spät	früh	spät
<i>Achillea millefolium</i>	25			25		
<i>Agrostis capillaris</i>	50	25				
<i>Arrhenatherum elatius</i>	50	50				
<i>Artemisia vulgaris</i>		25				
<i>Conyza canadensis</i>				25		25
<i>Elymus repens</i>	25					
<i>Erodium cicutarium</i>		50				
<i>Festuca ovina</i>	100	100	100	100	100	100
<i>Festuca rubra</i>	100	100			100	100
<i>Oenothera biennis</i>	25	50				25
<i>Plantago lanceolata</i>	25	50		25		
<i>Poa pratensis</i>		25				
<i>Polygon. convolvulus</i>	25		25	50	25	
<i>Rumex acetosella</i>	50	50	50	25		50
<i>Taraxacum officinale</i>	25	25				
<i>Vicia villosa</i>	75	75		25	50	25
<b>Artenanzahl</b>						
Jahr 1992	15	21	9	13	10	14
1995	12	12	3	7	4	6

Die Schwingelansaatn bildeten nach der Deckfruchternte dichte Bestände. Weißklee erlangte keine Bedeutung, so daß beide Ansaaten zusammengefaßt werden. Für die Umformung der Bestände zu Sandtrockenrasen scheint Aushagerung durch Zweischnittnutzung mit Mähgutabfuhr notwendig, da nach vier Jahren kein Rückgang im Bodennährstoffgehalt eintrat.

#### *Oberirdische Biomasse und ihre Stoffparameter*

Die Aufwuchsmasse der Selbstbegrünung war in den ersten beiden Jahren von der Initialflora geprägt. Bei Nutzung nach Abschluß der generativen Phase (August) sank die Aufwuchsmasse, so wie bei Versuchen von BOBERFELD (1994), infolge Biomasseabbau (Abb. 2).

Hohe Anteile des Kanadischen Berufkrautes bestimmten die Trockensubstanz- und Rohfasergehalte im Schnittgut der Brache. Späte Pflegenutzung der Ansaaten reduzierte die TS- und RFA-Gehalte. Als Ursache kann die Bildung neuer Blätter und Triebe angesehen werden.

#### *Kohlenstoffgehalt im Boden*

Bei den Schwingelansaatn trat in der Bodenschicht bis 20 cm Tiefe ein kontinuierlicher Anstieg der Ct-Gehalte ein (Tab. 3).

Tab. 3: Kohlenstoffgehalt im Boden (Ct mg/ 100g Boden) bei Umwidmung von Ackerland in Extensivgrünland sowie unter Rotationsbrache. Thyrow 1991...1995

Bodennutzung	1991	1992	1993	1994	1995
<b>Extensivgrünland</b>					
Selbstbegrünung	645 <sup>1</sup>	651	634	664	636
Schwingelansaatn	610 <sup>1</sup>	612	630	648	653
<b>Rotationsbrache</b>					
Fruchtfolge der Rotationsbrache	Hafer+ Einsaat	Brache	Silomais	Wi-Rogg. + Einsaat	Brache
	592	638	626	634	654

<sup>1</sup> = Deckfrucht Körnerhafer ohne/mit Graseinsaat

Zu hohen Ct-Gehalten unter Selbstbegrünung (1992) trug das Kanadische Berufkraut mit seiner großen Wurzelmasse bei. Durch Bodenbearbeitung nach Rotationsbrache fiel der Ct-Gehalt im Boden unter das Niveau von Extensivgrünland. Aus Ackerland hervorgegangenes Extensivgrünland könnte somit als 'Kohlenstoff-Falle' dienen.

#### **Schlußfolgerungen**

1. Selbstbegrünungen sollten für die Umwidmung von Ackerland in Extensivgrünland nicht angewandt werden, da ihre botanische Entwicklung nicht sicher abschätzbar ist. Die im Parzellenversuch gewonnenen Ergebnisse zur Bestandesentwicklung der Selbstbegrünung sind

aufgrund des hohen Invasionspotentials von den angesäten Nachbarparzellen nicht auf größere Flächen übertragbar.

2. Rot-/ Schafschwingelansaat bilden auf Sandböden trockener Lagen dichte Narben. Um die Chance einer Artenzuwanderung zu erhalten, sollten Dünnsaaten erfolgen.
3. Geringere Aufwuchsmassen (lichtere Bestände) bei sehr später Pflegenutzung scheinen den Artenreichtum zu fördern.
4. Biomasseparameter wie Trockensubstanz, Rohprotein und Rohfaser können sich bei später Nutzung wieder verbessern, da Durchwuchs junger Triebe auftritt. Von einer Qualitätsminderung solcher (Futter-) Biomasse durch Mykotoxinbildner sollte stets ausgegangen werden.
5. Extensivgrünland kann auf sandigen Böden als 'Kohlenstoff-Falle' dienen.

Abb. 1: Botanische Zusammensetzung der Narben bei Selbstbegrünung, späte Pflegenutzung. Thyrow 1992 bis 1995

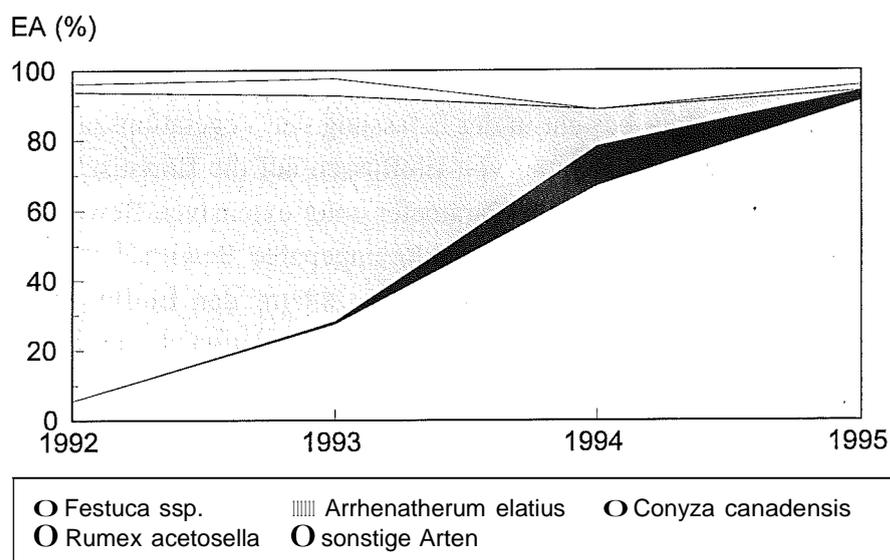
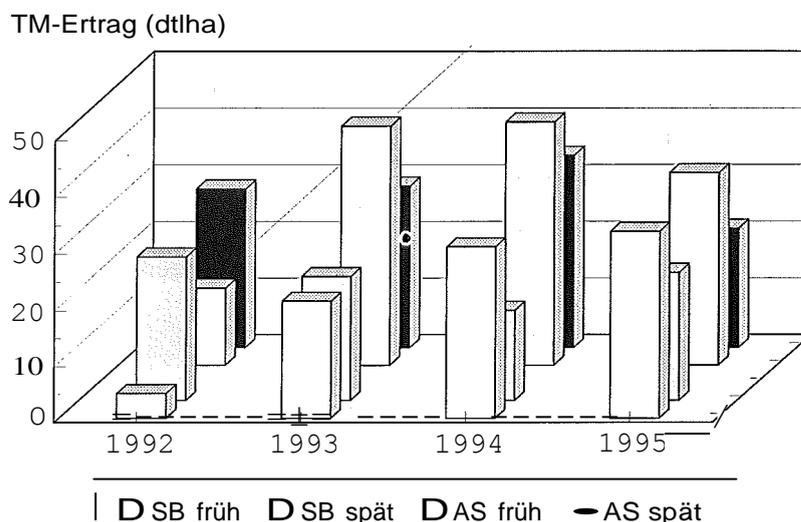


Abb. 2: Biomasse der Selbstbegrünung (SB) und der Ansaat (AS) bei verschiedenen Terminn der Pflegenutzung. Thyrow 1992 bis 1995



## **Forschungsprojektlü - Biosphärenreservat "Mittlere Eibe"**

G. Adolf und S. Schäfer\*

### **Einleitung**

Durch die Unterschutzstellung großer Teile der Flußaue im Bereich des Biosphärenreservates Mittlere Eibe kommt der ökologisch orientierten Bewirtschaftung und Pflege des Auengrünlandes ein besonderer Stellenwert zu.

In der harmonischen Kulturlandschaft und Regenerationszone (Zone 3 und 4) des Schutzgebietes erstrecken sich umfangreiche Dauergrünlandstandorte, welche dem direkten und mittelbaren Einfluß des Überschwemmungsgeschehens der Eibe ausgesetzt sind. Sie umfassen eine Fläche von ca. 8600 ha. Neben den Auenwäldern und alten Flußarmen prägen sie durch ihre Komplexität und vielgestaltige Ausbildung diese Kulturlandschaft.

Durch eine intensive futterwirtschaftliche Nutzung, vor allem eine unangemessene Stickstoffdüngung und mangelnde Pflege, wurden jedoch standorttypische Wiesenkräuter und Gräser aus den Pflanzenbeständen verdrängt und der Bestandesanteil der einzelnen Arten reduziert. Diesem Problem widmet sich das Forschungsprojekt

"Grundlagen und Maßnahmen zur Renaturierung von geschädigter Grünlandvegetation im  
Biosphärenreservat Mittlere Eibe durch Extensivierung"

Das Ziel des Forschungsprojektes besteht in der Erfassung der Vegetationszusammensetzung des Auengrünlandes und der Untersuchung von Einflüssen auf die floristische Entwicklung, die Ertragsbildung und futterwirtschaftliche Parameter unter extensiven Bewirtschaftungsformen. Ableitend sind Empfehlungen für eine standortangepaßte Bewirtschaftung und Pflege des Auengrünlandes zu erarbeiten. Hierbei gilt es vor allem den Einfluß der reduzierten Stickstoffdüngung und dem späten Nutzungstermin zum ersten Aufwuchs auf die Vegetationsentwicklung der Grünlandtypen zu untersuchen.

Das Projekt wird durch das Ministerium für Raumordnung, Landwirtschaft und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt gefördert und in Zusammenarbeit mit der Verwaltung des Biosphärenreservates durchgeführt.

### **Methoden**

Die mehrljährigen Untersuchungen erstrecken sich über das gesamte Gebiet des Biosphärenreservates Mittlere Elbe und konzentrieren sich auf futterwirtschaftlich genutzte Dauergrünlandflächen im Überschwemmungsgebiet der Elbe. Bereits früher extensiv bewirtschaftete Grünlandflächen mit standorttypischer Vegetation dienen als Vergleichsflächen. Auf ausgewählten Dauerbeobachtungsflächen (25m<sup>2</sup>) wird eine regelmäßige Erfassung der Vegetationszusammensetzung vorgenommen. Diese Untersuchungsstandorte präsentieren wichtige Grünlandtypen nasser bis frischer Standorte. Auszählungen und Bonituren erfolgen jährlich zu Vegetationsbeginn und zum Nachtrieb im Sommer. Grundwassermessungen und die Ermittlung

---

\* Institut für Acker- und Pflanzenbau der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Ludwig-Wucherei-Str.2, 06108 Halle/Saale

der aktuellen Bodenfeuchte ergänzen die Vegetationserhebungen.

In Parzellenversuchen werden Einflüsse verschiedener Schnittzeiten zum ersten Aufwuchs auf die Bestandesentwicklung, den Ertrag und die Futterqualität von Rohrglanzgras- und Wiesenfuchsschwanz-Beständen geprüft. Die Durchführung der Versuche erfolgt im Überschwemmungsgebiet bei differenzierter Stickstoffdüngung und Nutzungsintensität

### **Ergebnisse**

Die Ergebnisse zum Einfluß des Schnittzeitpunktes des ersten Aufwuchses auf den Ertragsanteil und TS-Ertrag der untersuchten Wiesenfuchsschwanz- und Rohrglanzgras-Bestände werden in den Abbildungen 1 bis 4 vermittelt.

(Abb1: Ertragsanteile (%) einzelner Pflanzenarten und Artengruppen in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt eines Wiesenfuchsschwanzbestandes)

(Abb.2: Ertragsanteile (%) einzelner Pflanzenarten und Artengruppen in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt eines Rohrglanzgrasbestandes)

(Abb.3: Jahresertrag (dt/ha) in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt verschiedener Wiesenfuchsschwanzbestände)

(Abb.4: Trockensubstanzertrag (dt/ha) des ersten Aufwuchses von verschiedenen Rohrglanzgrasbeständen in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt)

### **Schlußfolgerungen**

Im Ergebnis überwiegend extensiver Bewirtschaftung während der zurückliegenden Jahre beginnt sich vielerorts eine reichere Artenstruktur auf den Auenwiesen einzustellen. Zwischen den Senkengesellschaften, der Naßwiesen und den weit verbreiteten Wiesenfuchsschwanz-Quecken-Gesellschaften vermitteln die artenreichen Formen der Rasenschmielengesellschaft und Trittrasen.

In Abhängigkeit von der Nutzungsform und -intensität konnte im Untersuchungszeitraum eine deutliche Differenzierung der Pflanzenbestände festgestellt werden.

Narbengeschädigte Pflanzenbestände und höhere Anteile an Hochstauden, wie der Ackerkratzdistel, ließen in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt deutlich veränderte Bestandeseanteile erkennen. Hierbei reagierten krautreiche Rohrglanzgrasbestände stärker als die rispenreichen Grasnarben der Wiesenfuchsschwanz-Bestände.

Häufige Überschwemmungen, wie in den Jahren 1994 und 1995, überdeckten den Einfluß des Schnittzeitpunktes. Diese Einflüsse äußerten sich in hohen Erträgen.

Ertragsanteile (%) einzelner Pflanzenarten und Artengruppen in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt eines Wiesenfuchsschwanzbestandes

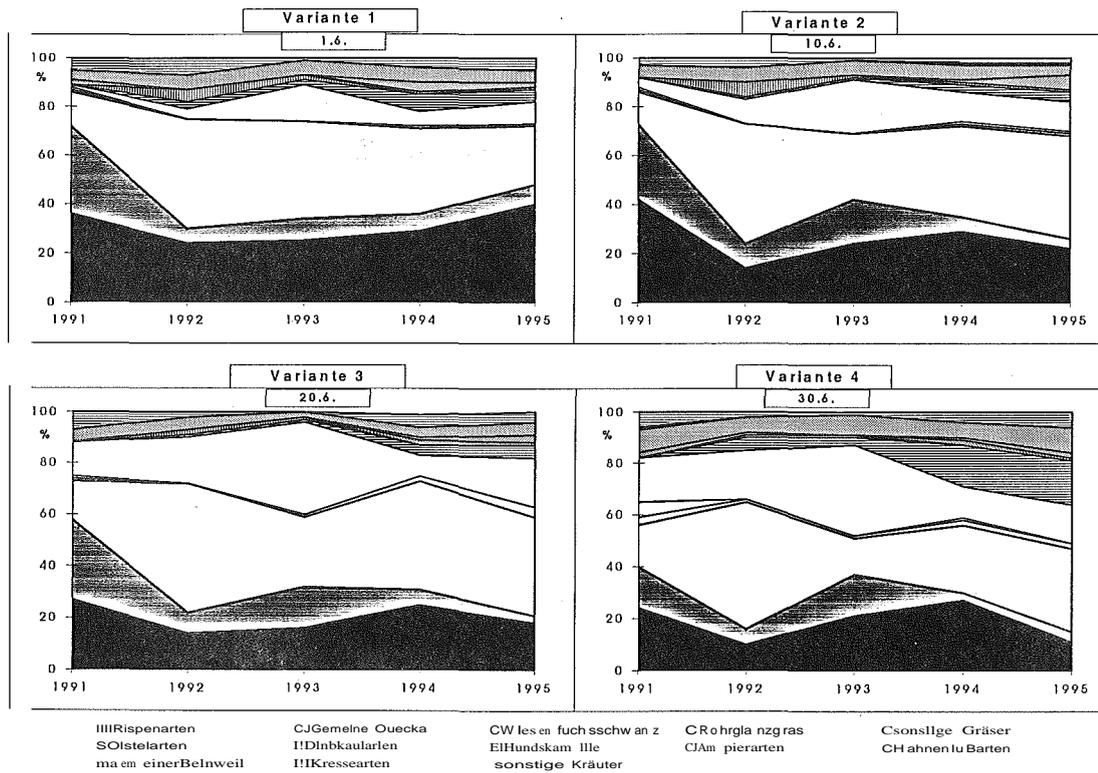


Abb. 1: Ertragsanteile in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt

Ertragsanteil (%) einzelner Pflanzenarten und Artengruppen in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt eines Rohrglanzgrasbestandes

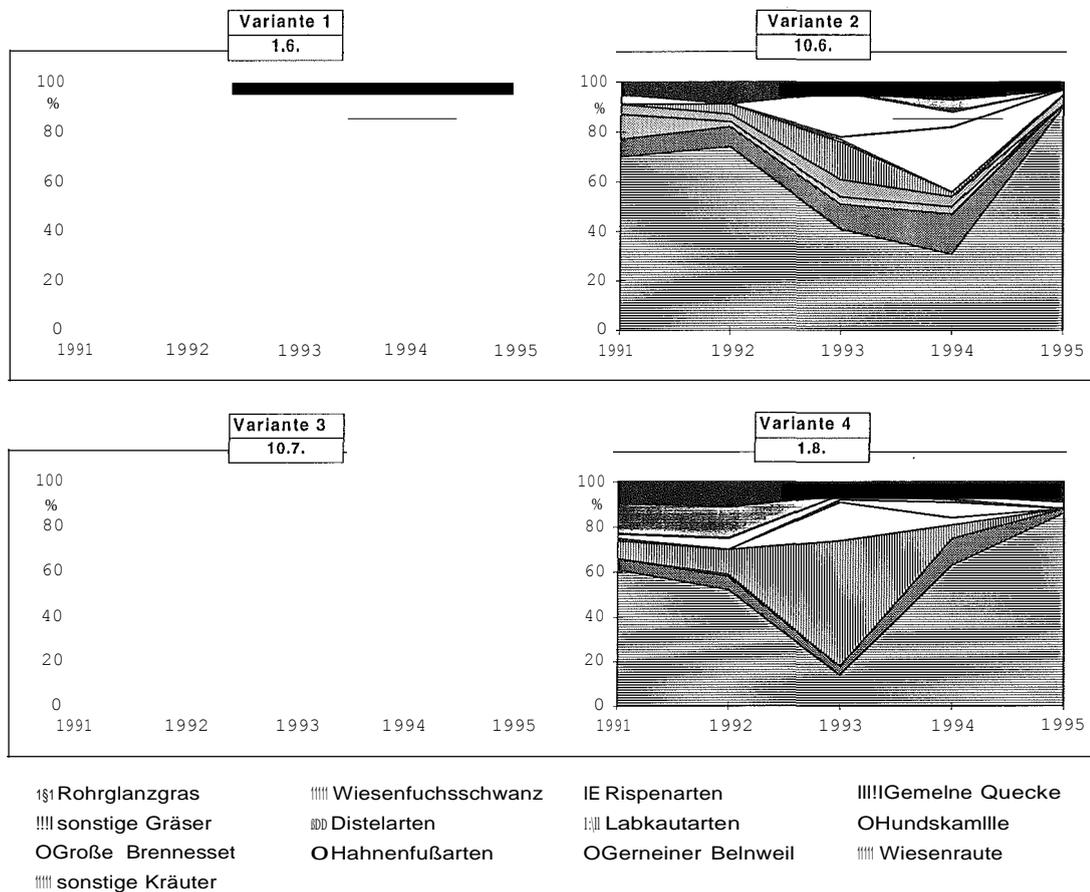


Abb. 2: Ertragsanteil in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt

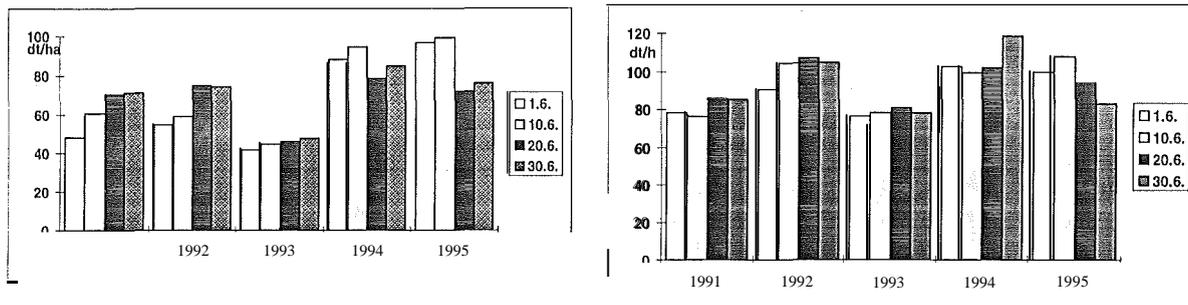


Abb. 3: Jahresertrag an Trockensubstanz (dt/ha) in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt verschiedener Wiesenfuchsschwanzbestände

Wiesenfuchsschwanz-Quecken-Bestand

krautreicher Wiesenfuchsschwanz-Bestand

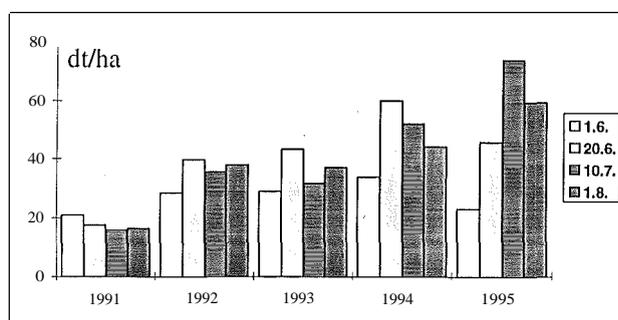
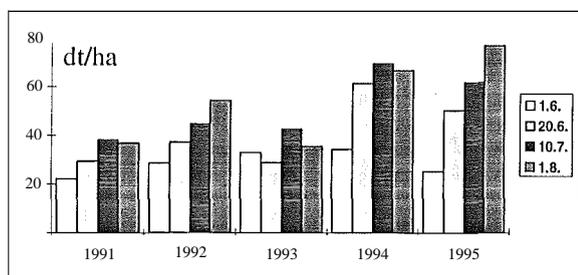


Abb.4: Trockensubstanzertrag (dt/ha) des ersten Aufwuchses von verschiedenen Rührglanzgrasbeständen in Abhängigkeit vom Schnittzeitpunkt

Rührglanzgras-Wiesenfuchsschwanz-Bestand

Rührglanzgras-Wasserschwaden-Bestand

## Botanische, futterbauliche und bodenkundliche Bewertung von Grünlandflächen in den Ardennen zur Umstellung auf extensive Bewirtschaftung

Schellberg, J. \*, C. Neuberg \*, M. Hansen \*\* und W. KUhbauch \*

### Einleitung und Zielsetzung

Der Erfolg der Grünlandextensivierung- im Sinne einer De-Intensivierung- ist im wesentlichen abhängig von der Art der Bewirtschaftung, wie sie von den Extensivierungsprogrammen vorgegeben ist. Zugleich entscheiden die Bodennährstoffvorräte sowie die Häufigkeit der Nutzung und die Intensität langjähriger Düngung, ob mit der Umstellung auf extensive Wirtschaftsweise die erwarteten Ziele erreicht werden können. Darüber hinaus ist aus futterbaulicher Sicht der Nutzungszeitpunkt von Bedeutung, weil die häufig geforderte späte Nutzung auf ertragreichen Grünlandflächen schlechte Futterqualitäten hervorbringt, und so die innerbetriebliche Futtermittelverwertung zugunsten eines geschlossenen Nährstoffkreislaufs unmöglich macht (Dahmen, 1991). Ein Nachteil von Extensivierungsprogrammen ist häufig die ungenügende Anpassung an die Vielfalt der Grünlandbiotop, die zur gelenkten Sukzession sehr unterschiedliche Bewirtschaftungsformen erfordern. Vor einer Entscheidung über eine erfolgversprechende De-Intensivierung ist eine vollständige botanische, futterbauliche und bodenkundliche Erhebung der Grünlandflächen erwünscht. In der vorliegenden Untersuchung wurden im Jahr 1995 die Bodennährstoffgehalte, Futtererträge, Futterqualitäten und die botanische Zusammensetzung von 16 Grünlandflächen des Gebietes Obersauertalsperre (Ardennen) untersucht. Anhand dieser Daten und zusätzlicher Informationen über die bisherige Bewirtschaftung wurden für jede Fläche Empfehlungen für die Umstellung auf extensive Wirtschaftsweise erarbeitet, mit dem Ziel, die zukünftige Bewirtschaftung in die Kategorien des Extensivierungsprogrammes in Luxemburg (Tab. 1) einzuordnen. Abschließend wurden die Erfolgsaussichten des Extensivierungsprogramms unter besonderer Berücksichtigung der Verwertung der Aufwüchse abgeschätzt.

Tab. 1: Eckdaten des Extensivierungsprogramms in Luxemburg

Kategorie	maximale N-Düngung [kg N/ha]	Termin der 1. Nutzung <sup>1</sup> nicht vor	Besatzdichte bei Beweidung		
			GVE/ha	von	bis
I	80	1. Mai	3	1. Mai	15. Juni
			1.5	15. Juni	15. August
			1	15. August	1. November
II	0	1. Mai	2	1. Mai	15. Juni
			1	15. Juni	15. August
			0.5	15. August	1. November
		15. Juli	Auflagen wie bei II		

Grunddüngung höchstens bis LUFA Klasse B, keine Herbizidanwendung und Entwässerung wenn 1. Nutzung in Kategorie I und II eine Schnittnutzung, dann nicht vor dem 15. Juni, dieses Datum sowie die 1. Nutzung in Kategorie III kann vom Landwirtschaftsminister verändert werden

\* Institut für Pflanzenbau, Universität Bann, Katzenburgweg 5, 53115 Bann

\*\* Lycee Agricole Ettelbruck/Luxemburg

## Material und Methoden

Die Untersuchungsflächen liegen in dem Gebiet des Obersauerstausees in den Ardennen (Luxemburg). Die Bewirtschaftung der Flächen im Jahr 1995 ist in Tab. 2 wiedergegeben. Die Ertragsbestimmung erfolgte im Frühjahr 1995 durch Probeschnitte (unmittelbar vor der 1. Nutzung) und anschließende Trocknung und Wiegung. Am 16. Juni 1995 wurden Bodenanalysen ( $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , Mg, Nmin und C; 0-20 cm Tiefe) nach VDLUFA (1991) sowie Mineralstoffanalysen im Aufwuchs (P, K, Mg, Ca und Na) in Anlehnung an VDLUFA (1976) durchgeführt (Lambert, 1987). Die Berechnung der Gehalte organischer Substanz erfolgte durch Multiplikation der C-Gehalte mit dem Faktor 1.724. NEL-Gehalte wurden aus den VEM-Energiegehalten bestimmt (Centraal Veevoederbureau, 1992, 1 NEL = 145.63 VEM) und Rohproteinkonzentrationen (N-Gehalt\*6.25) mit dem Elementaranalysator (Carlo-Erba) gemessen. Außerdem wurden Rohfasergehalte im Aufwuchs nach der NIRS-Methode analysiert. Die Ertragsanteilschätzung der Arten erfolgte nach Klapp und Stählin (1936). Die Futterwert- und Stickstoffzahlen ergeben sich aus den Ertragsanteilen der Arten und ihren individuellen Kennzahlen.

Tab. 2: Bestandscharakteristika und Bewirtschaftung

Fläche Nr.	Bestandscharakteristika	N-Düngung		d. Termin der Nutzungen 1. Nutzung		
		NZ	FWZ			
<b>Wiesen</b>						
2	Neuansaat, grasreich	4.6	7.6	336	4	19. Mai
3	verungrast	3.7	4.9	160	2	16. Juni
4	wechselfeucht, obergrasreich	4.3	6.1	55	2	9. Juni
5	frisch-feucht, Magerzeiger	4.1	5.7	55	2	9. Juni
6	sehr lückig, feucht	4.0	5.2	165	2	21. Juni
7	feucht, verungrast	4.0	5.6	0	1	9. Juni
8	frisch-feucht, nährstoffarm	3.9	5.3	0	1	9. Juni
9	kräuterreich, nährstoffarm	3.5	4.5	0	2	30. Juni
<b>Weiden und Mähweiden</b>						
12	kurzfristig mit N überdüngt	4.0	5.9	780	4	19. Mai
13	überdüngt, spät genutzt	3.9	4.9	125	2	16. Juni
15	trocken, strapazierte Narbe	4.7	7.3	245	3	9. Juni
16	wechselfeucht	4.4	6.7	180	3	9. Juni
18	nährstoffarm	4.3	6.9	63	5	16. Juni
19	nährstoffarm	3.9	5.8	63	5	16. Juni
20	frisch, nährstoffarm	3.8	5.6	0	2	16. Juni
22	frisch-feucht, obergrasreich	4.4	7.1	80	2	9. Juni

## Ergebnisse und Diskussion

**Boden- und Pflanzenanalysen.** Die untersuchten Böden wiesen für Phosphor, Kalium und Magnesium Gehaltswerte der Klassen A bis E auf (Tab. 3). Extrem hohe Gehalte an Phosphor und Kalium wurden in der Fläche 13 gefunden. Die Nmin Werte waren im Durchschnitt in den Weiden höher als in den Wiesen. Bei den Flächen 8 und 20 handelt es sich um Glatthaferwiesen, die nicht gedüngt wurden; die Flächen 3 und 13 sind Rotschwingel-Straußgrasweiden mit langfristig hoher N-Düngung. Die Energiekonzentrationen der Aufwüchse lagen zwischen 5.4 und 6.5 MJ NEL/kg

TS bei Nutzungsterminen zwischen dem 19. Mai und dem 30. Juni. Die Rohproteinkonzentrationen zwischen 9.2 und 16.9% i. TS genügten in vielen Beständen nicht den Anforderungen des Rindes.

Tab. 3: Kennwerte und Nährstoffgehalte der Böden in den Untersuchungsflächen

Fläche Nr.	pH	Mg		Na	org. Substanz		
2	5.3	10	14	18	4	11	8.7
3	5.6	19	17	23	5	14	10.3
4	5.3	19	12	21	2	7	7.5
5	5.1	23	6	11	1	10	6.8
6	5.0	8	2	13	1	2	7.0
7	5.3	8	4	17	2	4	8.2
8	5.0	10	6	8	1	1	6.5
9	5.1	11	3	6	2	1	7.5
12	5.3	7	8	12	3	17	6.1
13	5.8	48	50	12	2	15	7.9
15	5.8	22	10	23	5	20	7.9
16	5.3	10	3	11	2	6	7.3
18	5.1	5	6	12	3	6	7.0
19	5.1	4	3	13	3	6	7.5
20	5.2	13	7	9	2	2	6.0
22	5.1	25	14	9	2	5	5.3

Tab. 4: Erträge, Futterinhaltsstoffe und -qualitäten im 1. Aufwuchs

Fläche Nr.	Ertrag dt/ha	NEL		P	K	Ca	Mg	Na	
2	42	15.4	23.5	6.5	3.6	30.9	3.9	1.5	1.0
3	63	9.5	32.5	5.5	1.9	22.9	3.4	1.8	1.1
4	67	9.3	33.1	5.5	2.3	19.9	2.9	1.1	0.2
5	65	12.1	30.9	5.6	2.9	15.6	5.5	2.0	0.8
6	35	8.4	31.8	5.7	2.1	8.6	4.2	2.2	2.2
7	42	9.1	24.2	5.4	2.4	17.1	3.4	1.6	0.5
8	50	12.0	32.0	5.4	2.8	22.7	3.6	1.4	0.3
9	48	10.5	28.2	5.9	2.6	12.0	11.9	2.2	1.3
12	45	16.9	24.1	6.4	3.2	24.1	4.9	1.8	1.2
13	71	9.5	31.2	5.7	2.8	20.6	3.7	1.2	0.5
15	57	12.6	29.5	5.7	3.0	23.1	3.6	1.4	1.0
16	57	9.2	31.3	5.8	2.2	14.2	3.9	1.5	1.2
18	51	11.1	31.0	5.6	1.9	19.5	3.9	1.4	1.1
19	50	11.2	28.8	6.0	3.0	12.1	5.6	2.0	2.2
20	42	9.3	30.9	5.7	2.2	16.1	5.3	1.4	0.6
22	74	11.7	31.2	5.6	2.9	22.1	3.6	1.3	0.5

*Empfehlungen für die Umstellung auf extensive Bewirtschaftung.* Das Extensivierungsprogramm erlaubt in den Kategorien I und II eine frühe Nutzung zum 1. Mai (siehe Tab. 1), jedoch nur bei ausschließlicher Weidenutzung. Das eröffnet dem Landwirt grundsätzlich die Möglichkeit, sich an dem Programm zu beteiligen, ohne Qualitätsverluste durch eine zu späte Nutzung zu erleiden. Alle untersuchten Flächen außer 3, 13 und 7 werden aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Nährstoffvorräte für diese Kategorien entweder als Weiden, Mähweiden oder Wiesen empfohlen. Da jedoch die Besatzdichte auf maximal 3 GVE beschränkt ist, bleibt die Frage offen, ob das im Frühjahr anfallende Futter mit dieser Tierzahl bei ausschließlicher Weide auch in allen Flächen abgeschöpft werden kann. In Zweifelsfällen wird daher eine Mähweide empfohlen bei erster Nutzung zum 15. Juni (Flächen 4,16,18,19,22). Die von den Landwirten im Jahr 1995 gewählten Nutzungstermine liegen hier nahe an dem vom Programm vorgegebenen Datum. Eine Verschlechterung der Futterqualität ist daher nicht zu erwarten. Dem Ziel der Nährstoffaushagerung kann auf diese Weise in den als Weide genutzten Flächen nicht nachgekommen werden, da die Nährstoffexporte sehr gering sind. Die Fläche 7 kann bei bisher einmaliger Nutzung pro Jahr ohne Düngung und P- bzw. K-Gehaltsklassen von B bzw. A in die Kategorie III übernommen werden. Die erste Nutzung wird auf den 15. Juli verschoben. Eine andere als die Streunutzung ist dann nicht mehr möglich. Das Erntegut kann innerbetrieblich als Tiefstreu verwertet werden. Zugleich wird in diesem Fall dem Ziel des Erhalts feuchter Wiesenflächen (Ertragsanteil von *Polygonum bistorta* 7%) gedient.

Allein die Flächen 3 und 13 bedürfen einer mehrjährigen Aushagerung, bevor sie in das Extensivierungsprogramm aufgenommen werden. Eine häufige Nutzung stellt gute Futterqualitäten und die Verfütterung an das Milchvieh sicher; die gleichzeitige Auslassung der Düngung könnte die Vorräte schnell verfügbarer Nährstoffe abbauen. Einerseits wird der Landwirt nach dem Extensivierungsprogramm in Luxemburg für diese Umstellung nicht entlohnt, andererseits wird er auch keine Verluste erleiden.

### Schlußfolgerungen

Die Verzögerung der ersten Nutzung im Frühjahr sowie die Reduzierung der Besatzdichte birgt auf eutrophen Standorten das Problem schlechter Futterqualität und der Anhäufung nicht verwertbarer Grünlandaufwüchse. Darüber hinaus kann man keine Veränderung des Floreninventars im Sinne des Artenschutzes erwarten, vielmehr können die Bestände leicht entfallen (Dahmen, 1991). Bei Weidenutzung ohne Düngung wäre eine schrittweise Anpassung der Besatzdichte an den Aufwuchs wünschenswert und bei Wiesennutzung in ähnlicher Weise eine allmähliche Verschiebung des Termins der ersten Nutzung zu empfehlen. Damit könnte die Veränderung des Floreninventars und eine Reduzierung schnell verfügbarer Nährstoffe herbeigeführt werden. Andererseits ist jedoch der Erhalt der hier vorgestellten Glatthaferwiesen (Fläche 8 und 20) langfristig ohne jegliche Düngung nicht realistisch (Briemle, 1991). Hier wäre die Zulassung zumindest einer P/K-Düngung anzuraten.

-Nach den vorliegenden Erhebungen können immerhin 14 von 16 Flächen, die als repräsentativ für die Region angesehen werden, in eine der Kategorien des Extensivierungsprogramms eingegliedert werden. - Die möglichst vollständige Erfassung des Standorts, der Grünlandbestände und des Betriebsspiegels erleichtert die Entscheidung darüber, ob und in welcher Weise Flächen de-intensiviert

werden können. Eine vollständige Inventur des Grünlandes in Luxemburg wäre dazu nicht erforderlich, vielmehr würden Untersuchungen repräsentativer Grünlandbiotope in den Regionen Luxemburgs genügen.

### **Literatur**

Briemle, G., 1991: Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer Sicht. Beih. Veröff. Naturschutz Landespflege Bad.-Württ., 161 S..

CENTRAAL VEEVOEDERBUREAU 1992: Handleiding Voederwaardeberekening Ruwvoeders. Lelystad/NL. ISBN 90-72839-21-8

Dahmen, P., 1991: Auswirkung der Extensivierung von Grünland auf Massenbildung, Futterqualität und Arteninventar. Diss. Bonn

Klapp, E. und A. Stählin, 1936: Standorte, Pflanzengesellschaften und Leistungen des Grünlandes- Am Beispiel thüringischer Wiesen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

Lambert, J., 1987: Modes opératoires: analyses des végétaux. Laboratoire d'écologie des prairies. Faculté des Sciences agronomique de Louvain-la-Neuve. 28 S..

VDLUFA 1991: Die Untersuchung von Böden. LUFA Methodenbuch Band 1.

VDLUFA 1976: Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. LUFA Methodenbuch Band 3

Ertragsleistung auf ausgewählten Feuchtwiesen des Münsterlandes  
Dr. E. Leisen \* und M. Vormann\*\*

### Einleitung

Durch das Feuchtwiesenschutzprogramm des Landes Nordrhein-Westfalen wurden bisher ca. 28.000 ha Fläche unter Naturschutz gestellt. Zusätzlich werden im Rahmen des Gewässerauenprogrammes zunehmend Schutzgebiete ausgewiesen. Durch extensive Grünlandbewirtschaftung (reduzierte Düngung, eingeschränkte Nutzung) soll die standorttypische Tier- und Pflanzenwelt erhalten bzw. wiederhergestellt werden.

Die Auswirkungen dieser Grünlandextensivierung werden seit neun Jahren im Rahmen eines Untersuchungsprojektes des Landes durch die Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe und die Biologische Station Zwillbrock geprüft. Vorgestellt werden Erhebungen zur extensiven Beweidung und Spätschnittnutzung auf Versuchsflächen sowie zur Ertragsleistung auf Praxisflächen.

### Material und Methoden

Die Gewichtszunahme von Weidetieren wurde von 1992 bis 1994 sowohl unter konventioneller als auch unter extensiver Beweidung untersucht. Die Versuchstiere entstammten alle der gleichen Herde und waren somit unter gleichen Aufzuchtbedingungen herangewachsen.

In drei Naturschutzgebieten des Kreises Borken wird auf jeweils einer Versuchsfläche seit 1988 bzw. 1991 die Entwicklung der Trockenmasseerträge bei Spätschnittnutzung (15.06.) und unterschiedlicher Düngung geprüft. In Tabelle 1 werden wesentliche Standortmerkmale sowie Ergebnisse der Bodenuntersuchung nach mehrjährigem Verzicht auf Düngung gezeigt.

#### Tabelle 1:

*Ergebnisse der Bodenuntersuchung nach mehrjährigem Verzicht auf Düngung*

*Probenahme: April 1995*

<i>Pflanzenbestand</i>	<i>Bodentyp</i>	<i>Versuchsbeginn</i>	<i>Bodenanalyse</i>				<i>Humus in%</i>
			<i>mg/100 g Boden</i>				
			<i>P2O<sub>5</sub></i>	<i>[(20</i>	<i>MgO</i>	<i>pH</i>	
Honiggras-feuchtwiese	Sand	1988	11	3,7	4,3	4,9	8
Weidelgras-Weißkleewiese	Sand	1988	6,8	3,5	6,8	5,1	9
Sumpfdotterblumenwiese	schwach lehmiger Sand	1991	8,5	7,3	6,3	5,1	9

Zusätzlich wird in sechs Naturschutzgebieten seit 1992 auf 28 Praxisflächen jährlich die Nutzung festgehalten und die Ertragsleistung auf der Grundlage von Weideleistung und Schnittleistung ermittelt. Die Weideleistung wird über den Energiebedarf der Weidetiere (Weißbach, 1993), die Schnittleistung über den Trockenmasseertrag und den Energiegehalt im Erntegut (in Anlehnung an Tierversuche: Spatz und Pricke (1990), Ernst und Thielmann (1992), Römer (1995) sowie der DLG-Futterwerttabellen) berechnet. Eine ausführliche Beschreibung der Methodik erfolgte in BSZ-LWK (1995).

\*Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Gruppe Landbau, Nevinghoff 40, 48135 Münster

\*\*Lehrstuhl für Allgemeinen Pflanzenbau, Universität Bonn, Katzenburgweg, 533115 Bonn

## *Ergebnisse und Diskussion*

### Gewichtszunahme von Weidetieren

Die konventionelle Variante konnte im Mittel der Jahre mit 4,4 GV/ha beweidet werden und erbrachte eine Flächenleistung (Gewichtszunahme) von 445 kg/ha. Die extensive Variante wurde mit 2,0 GV/ha beweidet und lag in der Flächenleistung mit 209 kg/ha mehr als 50 % niedriger (siehe Abb. 1). Grund für die geringere Flächenleistung bei extensiver Beweidung war der gemäß der Naturschutzaufgabe eingeschränkte Viehbesatz im Frühjahr (max. 2 Tiere/ha bis 15.06.) und ein geringeres Futterangebot im Sommer (keine N-Düngung).

Demgegenüber konnten deutliche Unterschiede in der Gewichtszunahme der Einzeltiere nicht festgestellt werden.

Diese Untersuchungen wurden auf einem auch aus landwirtschaftlicher Sicht qualitativ hochwertigem Pflanzenbestand (Weidelgras-Weißklee-Weide) durchgeführt. Neuere Untersuchungen seit 1995 sollen zeigen, welche Gewichtszunahmen auf weniger günstigen Standorten erzielt werden.

### Trockenmasseerträge bei Verzicht auf Düngung

Bei Spätschnittnutzung sind die Erträge bei völligem Verzicht auf Düngung im Mittel der Jahre gegenüber einer 120 kg N/ha + PK-Düngung je nach Pflanzenbestand um 33 % (Honiggrasfeuchtwiese), um 38 % (Weidelgras-Weißklee-Weide) bzw. um 51 % (Sumpfdotterblumenwiese) zurückgegangen.

Ein Ertragsrückgang infolge Aushagerung ist dagegen auf allen drei Standorten auch nach acht bzw. fünf Versuchsjahren noch nicht festzustellen (Abbildung 2).

### Nutzung **und** Erträge auf Praxisflächen

Bei Schnittnutzung wird der erste Aufwuchs meist als Heu genutzt (frühester Termin 15.06.), der zweite siliert oder beweidet. Bei Weidenutzung wird der Frühlingsaufwuchs infolge des auf zwei Tiere/ha bis 15.06. begrenzten Viehbesatzes nur eingeschränkt genutzt. 1995 beispielsweise blieben auf 16 von 19 Flächen 50 % und mehr als Weiderest stehen. Der Weiderest wird in der Regel ab 15. Juni abgemäht, damit junges und besseres Futter nachwachsen kann. Das Mähgut wird nur teilweise in den Betrieben als Heu genutzt, 1995 auf 8 von 19 Flächen. Der Netto-Energieertrag (der über Weidetiere, Heu oder Silage genutzte Anteil des Aufwuchses) lag auf den vier Beobachtungsflächen mit intensiver Düngung und Nutzung zwischen 50 und 60 GJ NEL/ha (Flächen am Rand oder in der Nähe der Naturschutzgebiete).

Abb. 1:

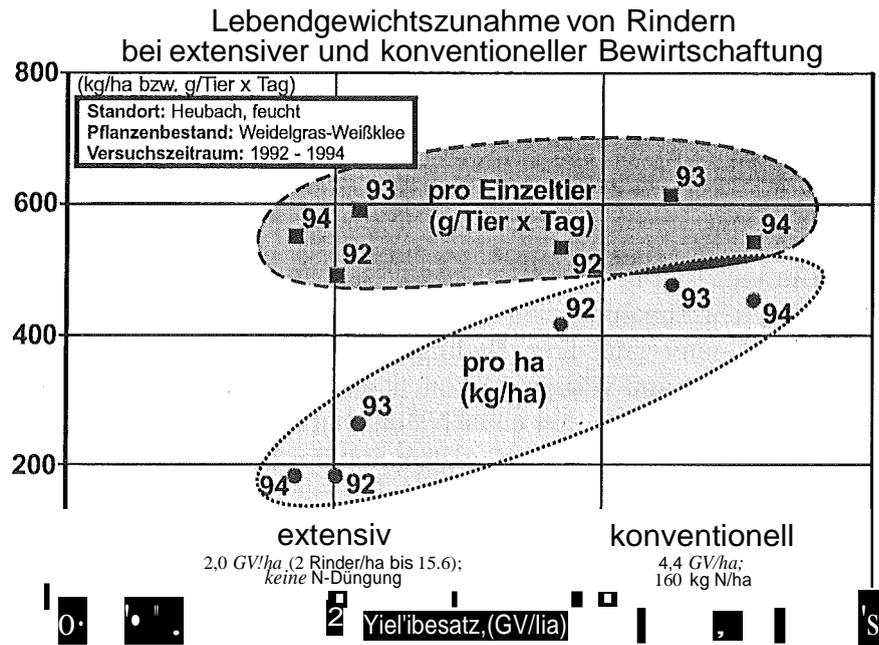


Abb. 2:

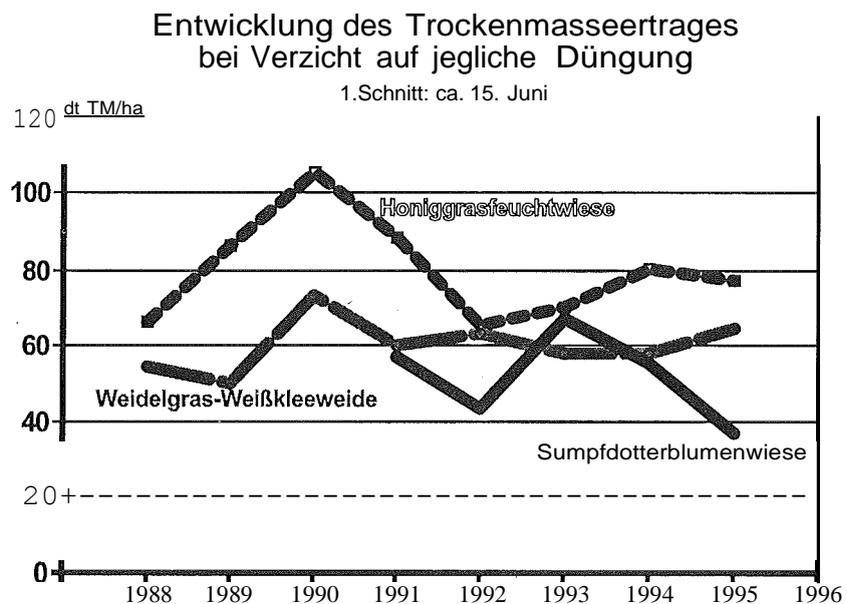
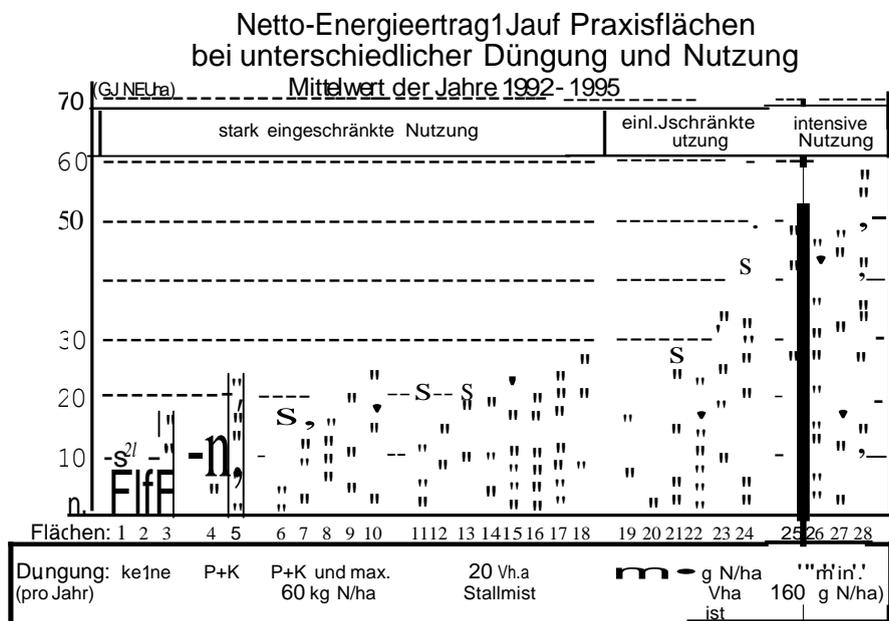


Abb. 3:



1) Netto-Energieertrag berechnet über tierische Leistung (Gewichtszunahme) und Heu- bzw. Silageertrag  
 2) S = Schnittnutzung; alle übrigen Flächen wurden beweidet, meist mit Nachmahd

Im Vergleich hierzu lag die Ertragsleistung bei eingeschränkter Düngung und Nutzung meist zwischen 15 und 30 GJ NEL/ha (auf 19 von 25 Flächen), unter ungünstigen Bedingungen auch unter 10 GJ NEL/ha (siehe Abb. 3). Eine intensive Nutzung war auf den zuletzt geminteten Standorten allerdings auch vor Unterschutzstellung nicht möglich, insbesondere aufgrund der Wasserverhältnisse.

### **Zusammenfassung**

Die Gewichtszunahme von Weidetieren kann auch unter Naturschutzaufgaben gut sein, zumindest unter günstigen Bedingungen. Die Flächenleistung geht allerdings zurück. Bei Schnittnutzung und völligem Verzicht auf Düngung sanken die Erträge um 33 bis 51 Prozent. Auf Praxisflächen wurden unter Naturschutzaufgaben Nettoerträge meist zwischen 15 und 30 GJ NEL/ha erzielt, unter ungünstigen Standortbedingungen auch deutlich niedriger.

### **Literatur**

BSZ-LWK (1995): Untersuchungsprojekt "Erfolgskontrolle des Feuchtwiesenschutzprogrammes", 8. Zwischenbericht; Biologische Station Zwillbrock e.V., Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe.

DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer, 6. Auflage 1991.

ERNST P., TRIELMANN E. (1992): Auswirkungen einer späten Grünlandschnittnutzung auf Roh Nährstoffgehalte und Verdaulichkeit im ersten Aufwuchs. In: LÖLF-Jahresbericht 1991, S. 58- 61.

RÖMER A. (1995): Untersuchungen zur Ermittlung des Futterwertes von Aufwüchsen unterschiedlich bewirtschafteter Grünlandflächen mit unterschiedlichen Methoden. Diplomarbeit am Institut für Tierernährung und Tierphysiologie, Göttingen.

SPATZ G., PRICKE Th. (1990): Die Bewertung sehr spät geschnittener Grünlandaufwüchse mit unterschiedlichen Methoden. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. Referate Jahrestagung 1990, S. 92- 101.

WEIßBACH F. (1993): Überarbeitete Energiebedarfswerte für die Berechnung der Weideleistung. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. Referate und Poster Jahrestagung 1993, S. 190- 193.

## Schätzung der Verdaulichkeit von Luzerne mit Hilfe der Kotstickstoffmethode

L. Schmidt \* und I. Kratschunov \*\*

### Einführung und Zielstellung

Die Kotstickstoffmethode zur Schätzung der Verdaulichkeit des Futters basiert auf der seit langem bekannten Beziehung zwischen der Verdaulichkeit des Futters und dem Stickstoffgehalt des Kotes bei Wiederkäuern ( 1 ). Auf der Grundlage dieser Beziehung wurde eine Schätzgleichung für **Grünfutter** aus Gräsern abgeleitet ( 2 ). Bisher konnte noch nicht zweifelsfrei geklärt werden, ob diese Schätzgleichung auch für die Schätzung der Verdaulichkeit von Grünfutter aus anderen Futterarten, wie z. B. aus Luzerne, gültig ist. Dazu werden im Folgenden Ergebnisse mitgeteilt.

### Material und Methodik

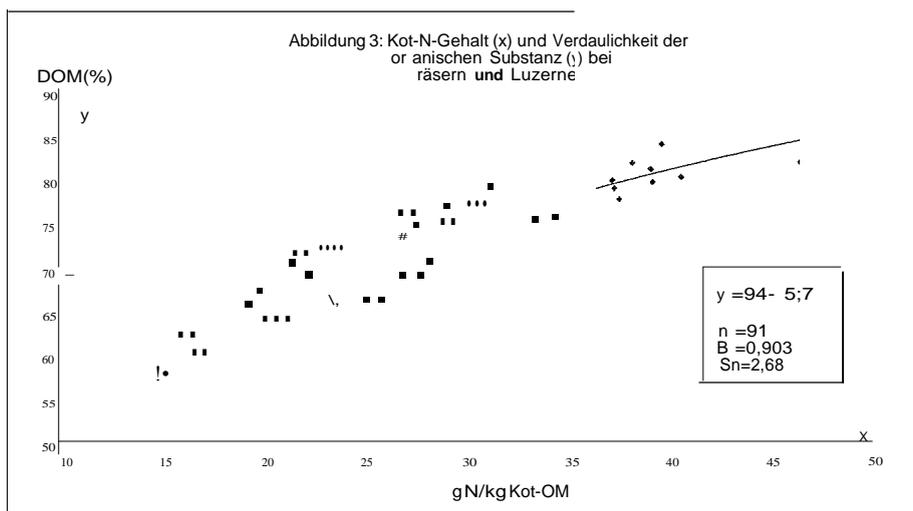
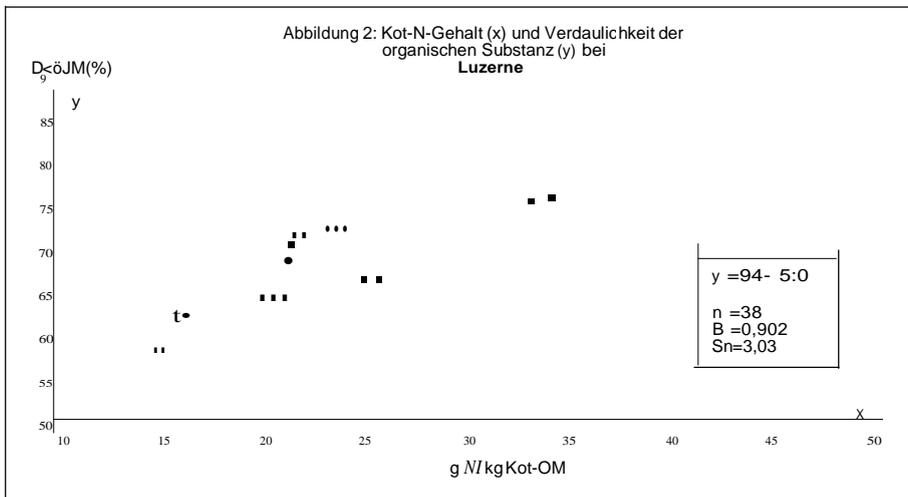
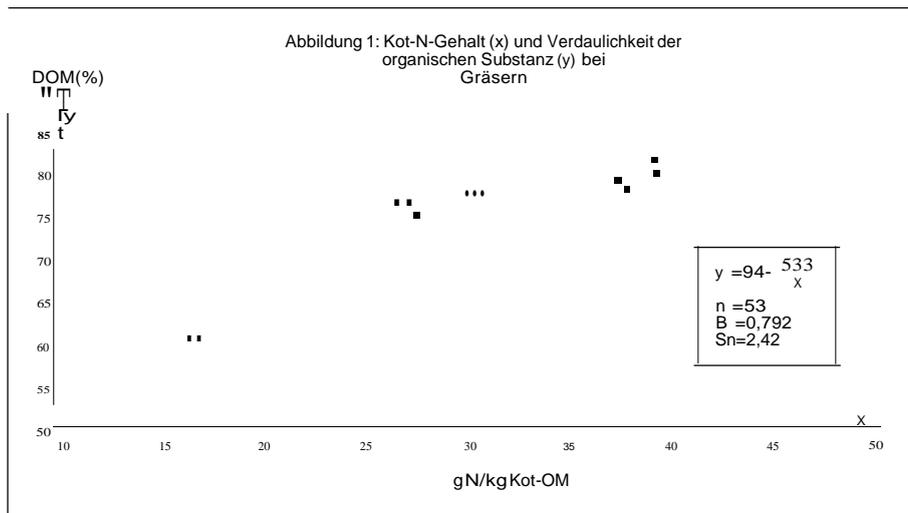
Die Beziehung zwischen der Verdaulichkeit und dem Stickstoffgehalt des Kotes wird am besten durch eine Hyperbelfunktion widerspiegelt ( 3 ). Auf der Basis dieses. mathematischen Modells wurden Regressionsgleichungen abgeleitet. Das Datenmaterial stammt aus In-vivo-Versuchen mit Schafen, von denen jeweils der N-Gehalt der organischen Substanz des Kotes in g  $N/kg$  Kot-OM (  $x$  ) und die in vivo bestimmte Verdaulichkeit der organischen Substanz in % (  $y$  ) als Wertepaare für die Berechnung der Gleichungen verwendet worden sind. In Anlehnung an die Methodik der Futterwertschätzung von Weißbach et al. ( 4 ) wurde dabei ein konstantes, physiologisch begründetes Intercept von 94 vorgegeben, das den metabolischen Ausscheidungen entspricht.

Zur Ableitung der Schätzgleichung für Gräser standen Ergebnisse aus 53 Verdauungsversuchen zur Verfügung, die hauptsächlich aus dem ehem. Oskar-Kellner- Institut für Tierernährung in Rostock, z. T. aber auch aus der FAL Braunschweig - Völkenrode stammen. Die Möglichkeit zur Ableitung einer entsprechenden Schätzgleichung für Luzernegrünfutter ergab sich durch die Auswertung von 38 Verdauungsversuchen mit Luzerne aus dem bulgarischen Institut für Futterforschung in Pleven.

---

\* Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) Braunschweig-Völkenrode, Institut für Grünland -und Futterpflanzenforschung (Leiter: Prof. Dr. habil.F. Weißbuch), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

\*\* Institut für Futterforschung Pleven (Dir. Dr. T. Zelijazkov) ,General Vladimir Vazov-Str. 89, 5800 Pleven (Bulgarien)



### Ergebnisse

fu den Abbildungen 1, 2 und 3 sind die Beziehungen zwischen der Verdaulichkeit der organischer Substanz und dem Stickstoffgehalt in der organischen Substanz des Kotes flir Gräser und Luzerne sowie für beide Futterpflanzen dargestellt.

Die abgeleiteten Schätzgleichungen für Gräser und Luzerne unterscheiden sich kaum, so daß auch eine gemeinsame Gleichung für Gräser und Luzerne ohne Verminderung der Schätzgenauigkeit verwendet werden kann (siehe Tabelle).

Kot-N-Gehalt ( g <i>N</i> /kg Kot-OM)	Verdaulichkeit der organischen Substanz (%), nach den Schätzgleichungen für :		
	Gräser	Luzerne	Gräser + Luzerne
15	58,5	58,0	58,2
20	67,4	67,0	67,2
25	72,7	72,4	72,5
30	76,2	76,0	76,1
35	78,8	78,6	78,7
40	80,7	80,5	80,6
45	82,2	82,0	82,1
X	<b>73,8</b>	<b>73,5</b>	<b>73,6</b>

### Schlußfolgerung

Auch bei Luzerne läßt sich die Verdaulichkeit der organischen Substanz nach der Kotstickstoffmethode mit der flir Gräser abgeleiteten bzw. mit einer für Gräser und Luzerne gültigen Gleichung schätzen. Damit ist es möglich, die Verdaulichkeit von Luzernegrasbeständen auch ohne Kenntnis des Luzerneanteils zu schätzen.

### Literatur

- ( 1 ) LANCASTER, R. J. (1949): N. Z. J. Sei. Techn. , S. 31 - 38
- ( 2 ) SCHMIDT, L. (1991): A. G. Grünland, Jahrestagung Bad Hersfeld, Referate und Poster, S. 91- 106
- ( 3 ) SCHMIDT, L. (1995): VDLUFA- Kongreßband Nr. 40, S. 425-428
- ( 4 ) WEIßBACH, F.; KUHLA, S.; PRYM, R. UND BLOCK, H. J. (1991):  
Landbauforschung- Völkenrode, So.- Heft 123 , S. 218- 234

## Erfahrungen beim Einsatz der NIRS-Methodik zur Untersuchung der Grünlandfutterqualität

U. Thumm\*

### Einleitung

Durch Einsatz von NIRS (Nahinfrarot-Reflexions-Spektroskopie) für die Bestimmung der Inhaltsstoffgehalte in Pflanzenproben läßt sich der Analysenaufwand im Vergleich zu den Standardmethoden stark reduzieren (PAUL und SCHÖBERLEIN, 1991).

Voraussetzung für die Anwendung ist jedoch die Verfügbarkeit einer unter Verwendung von speziell ausgewählten Proben mit bekanntem Inhaltsstoffgehalt (Kalibrationsproben) entwickelte Schätzfunktion sowie die stichprobenhafte Kontrolluntersuchung von Proben (Validationsproben) nach den Standardmethoden zur Überwachung der Schätzgüte.

Im Rahmen eines mehrjährigen Forschungsprojektes im Württembergischen Allgäu (SFB 183) waren die Inhaltsstoffgehalte von Grünlandaufwüchsen aus Versuchen mit verschiedenen Düngungs- und Nutzungsvarianten zu bestimmen. Hierzu wurden NIR-Spektren der Proben aufgenommen, Kalibrationen entwickelt und die Auswirkungen einer jährlichen Erweiterung des Kalibrationsprobensatzes auf die Schätzgüte untersucht.

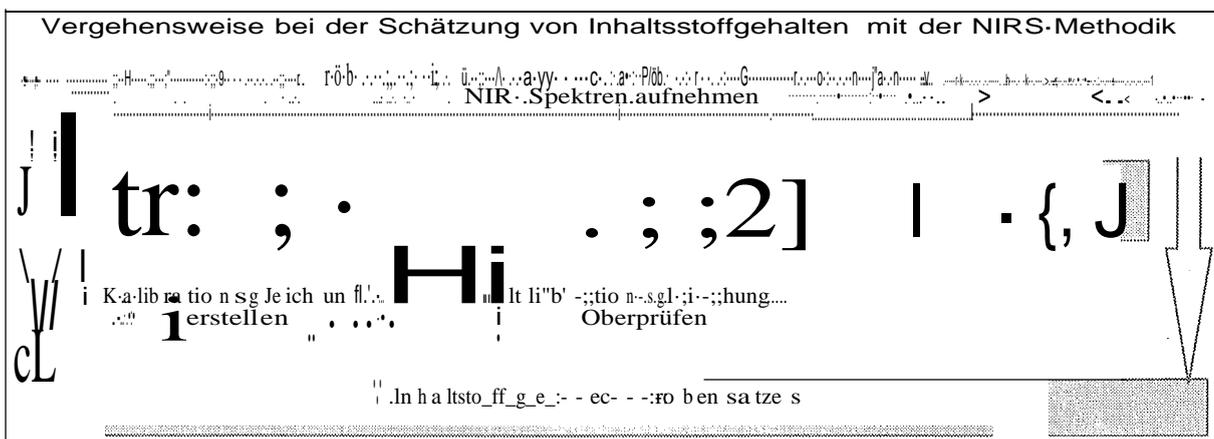


Abb. 1: Flußdiagramm NIRS-Schätzung

### Material und Methoden

In 5 Jahren (1991-1995) fielen 4724 Pflanzenproben (getrocknet und gemahlen) aus Grünlandversuchen im Württembergischen Allgäu an. Mit einem Monochromator (NIRSystems Modell 5000, Meßbereich 1100-2500 nm, !SI-Software Ver. 3.0) wurden die NIR-Spektren der Proben jeweils nach Abschluß der Probenahmesaison aufgenommen. Um eine zeitnahe Auswertung der Versuchsergebnisse vornehmen zu können, wurden jahresweise nach dem Zufallsprinzip Validationsproben ausgewählt und nach spektralen Kriterien (H-Gruppierung mit "Select-Program1",  $H=0,6$ ) Kalibrationsproben selektiert. Die ausgewählten Referenzproben wurden nach den VDLUFA-Methoden bzw. dem HFT untersucht und anschließend Kalibrationsgleichungen entwickelt und geprüft. In den Jahren 1992-1995 wurden keine eigenständigen Kalibrationsprobensätze selektiert, sondern jeweils die Kalibrationssätze der Vorjahre durch Proben aus dem aktuellen Jahr erweitert. Die Entwicklung der Kalibrationsgleichung erfolgte unter Anwendung multivariater Regressionsverfahren (MPLS, vgl. SHENK und WESTERHAUS, 1991)

\*Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenbau und Grünland (340), 70593 Stuttgart

## Ergebnisse

Jährliche Erweiterung des Kalibrationsprobensatzes verringerte die Zahl der zu analysierenden Kalibrationsproben im Vergleich zur Erstellung von Einzelkalibrationen um 35-60% (Abb. 2).

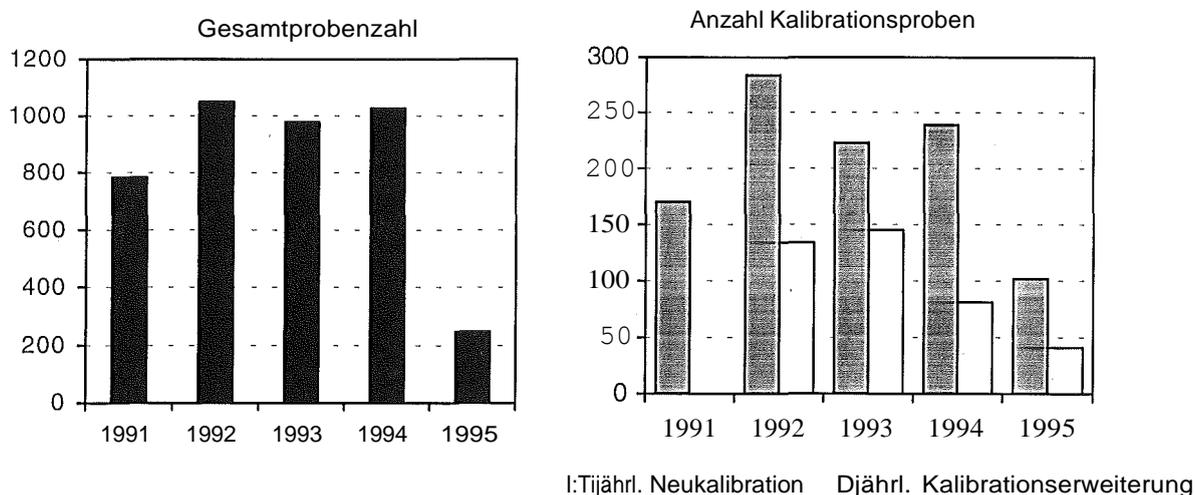


Abb. 2: Gesamtprobenzahl und Anzahl der Kalibrationsproben

Durch diese Vorgehensweise befanden sich ab dem 2. Jahr im Kalibrationsatz mehr Proben aus dem 1. Untersuchungsjahr als aus den Folgejahren (vgl. Variante jährl. Kalibrationserweiterung in Abb. 2). Die Auswirkungen dieser unterschiedlichen Gewichtung der Einzeljahre auf die Schätzgüte können aus Tab. 1 abgeleitet werden. Bei gut bestimmbar Inhaltsstoffen (XF, XP) tritt durch jährliche Kalibrationserweiterung keine wesentliche Veränderung der Schätzgüte ein, während bei Inhaltsstoffen mit ohnehin größerem Schätzfehler (P, NEL) eine Abnahme der Präzision zu beobachten ist (im Verlauf der Jahre abnehmendes  $R^2$  und steigender SEP).

Tab. 1: Güte der Schätzung bei jährlicher Kalibrationserweiterung

(Standardfehler SEP\*\* und Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ), im 1. Jahr Einzelkalibration)

	1991		1992		1993		1994		1995	
	SEP	R <sup>2</sup>								
XF%	0,97	0,94	0,66	0,96	0,83	0,95	0,72	0,95	0,97	0,95
XP%	0,65	0,97	0,59	0,98	0,46	0,98	0,62	0,98	0,42	0,98
NELMJ	0,10	0,92	0,15	0,87	0,11	0,88	0,12	0,83	0,16	0,84
P%	0,02	0,90	0,03	0,89	0,04	0,61	0,04	0,78	0,05	0,72
K%	0,14	0,95	0,23	0,90	0,23	0,93	0,19	0,93	0,14	0,97
n (Anzahl Validationspr.)	41		40		40		50		21	

$$SEP = \sqrt{\frac{\sum (I_i - \bar{I})^2}{n-1}}$$

••

Auch nach 5 Jahren konnte noch keine allgemeingültige Kalibrationsgleichung für Grünlandaufwüchse aus dem Allgäu entwickelt werden, mit der die Proben der Folgejahre ohne weitere Veränderung der Kalibration geschätzt werden können. Es werden also auch zukünftig jährliche Anpassungen der Kalibrationsgleichungen notwendig werden.

Obwohl NIRS üblicherweise nur zur Bestimmung organischer Inhaltsstoffe eingesetzt wird, konnten auch auf Mineralstoffe anwendbare Schätzfunktionen entwickelt werden. Kalium ließ sich in allen Versuchsjahren wesentlich genauer bestimmen als Phosphor (vgl. Tab. 1).

### **Schlußfolgerungen**

Jährliche Erweiterung bestehender NIRS-Kalibrationen beeinflusste die Schätzgenauigkeit von gut bestimmbareren Inhaltsstoffen nicht, während bei schwerer erfaßbaren Inhaltsstoffen ein Rückgang der Schätzgenauigkeit im Verlauf der Versuchsjahre zu beobachten war. Auch nach 5 Jahren konnte noch keine gegenüber Jahreseinflüssen stabile Schätzfunktion entwickelt werden.

### **Literatur**

- PAUL, C. und SCHÖBERLEIN, W. (1991): Zum Einsatz der Nahinfrarot-Reflexions-Spektroskopie (NIRS) beim Monitoring des N-Versorgungszustandes in Grassamenbeständen. *Das wirtschaftseigene Futter*, 37, S. 201-217.
- SHENK, J.S. und WESTERHAUS, M.O. (1991): Population structuring of near infrared spectra and modified partialleast square regression. *Crop Science* **31**, S. 1548-1555.

## Futterwert von nach Naturschutzauflagen bewirtschaftetem Grünland

K.-D. Robowsky \*

### Problemstellung

Die verringerte Nutzungshäufigkeit und die Einschränkung bzw. der Verzicht auf die Düngung haben gravierende Auswirkungen auf den Ertrag und den Futterwert von Grünlandbeständen. Mit der starken Zunahme des extensiv bewirtschafteten Grünlandes sind auch Angaben zum energetischen Futterwert derartiger Flächen stärker gefragt. Sie sind noch nicht in ausreichendem Umfang vorhanden, da die Ermittlung des energetischen Futterwertes aufwendige Verdauungsversuche mit Hammeln erfordert.

Es ist notwendig, die Eignung vorhandener Formeln für die Schätzung der Energiekonzentration in derartigen Futtermitteln auf der Grundlage gezielter Verdauungsversuche mit Hammeln zu überprüfen.

### Material und Methoden

Die Partien entstammten einem repräsentativen Grünlandbestand auf Niedermoor des etwa 6000 ha umfassenden Großtrappenschutzgebietes Buckow, Landkreis Havelland. Hauptbestandsbildner dieses Bestandes war RohrschwingeL Dieselwurde 1986 angesät und seit 1989 nicht mehr gedüngt und bildete sich danach zu einem artenreichen Bestand heraus. Die Größe der Versuchsparzelle betrug 1800 m<sup>2</sup>, die in zwei Unterparzellen zu je 900 m<sup>2</sup> unterteilt war. Die Versuchsdauer erstreckte sich über drei Jahre (1992-1994). Nach Empfehlung der Versuchsstation Buckow erfolgte die Nutzung in zwei Schnitten nach zwei Varianten:

**Trappenschutz (T)**, 1. Nutzung Ende Mai, 2. Nutzung Anfang August

**Wiesenbrüterschutz (W)**, 1. Nutzung Ende Juni, 2. Nutzung Anfang/Ende September

Die erforderliche Menge an Futter wurde durch Trocknung im Umwälztrockenschrank bei 60 • C konserviert. Die Verdauungsversuche wurden mit 4 Hammeln je Futterpartie nach der vor SCHIEMANN (1981) beschriebenen Methodik durchgeführt. Die Analyse der Roh Nährstoffe erfolgte nach der Weender Futtermittelanalyse (NAUMANN u. BASSLER, 1976) und die Bestimmung der enzymlöslichen organischen Substanz (ELOS) nach DE BOEVER et al. (1993). Für die Schätzung des Energiegehaltes in MJ NEL/kg TS wurden folgende Schätzformeln verwendet:

- NEL<sub>0LG</sub> Futtermitteltabelle für Wiederkäuer (1991)
- nach KUHLA, WEISSBACH, SCHMIDT (1994)
  - MEKU/WEI (MJ /kg TS) = 14,23-0,0147 XA + 0,005 XP- 0,0108 RE
  - RE (g/kg TS) = 1000- XA- ELOS (in%) x 10
  - NELKU/WEI (MJ/kg TS) =ME (0,46 + 12,38 ME / 1000- XA)

---

\* Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue e. V.,14641 Paulinenaue

**Ergebnisse**

Die geringsten Rohproteingehalte mit durchschnittlich 64 g/kg TS wurden im 1. Aufwuchs der Spätschnittvariante (Wiesenbrüterschutz) gefunden. Die Rohproteingehalte der übrigen Partien lagen bei 100 g/kg TS, unabhängig von Schnittzeitpunkt und Jahr (Tabelle 1).

Die Rohfasergehalte der Partien des 1. Aufwuchses der Nutzungsvariante "Trappenschutz" variierten in Abhängigkeit von der Frühjahrswitterung. Die Partien der übrigen Varianten waren nur geringfügigen Veränderungen unterworfen (Tabelle 1).

Die Verdimmlichkeit der organischen Substanz, der Rohfaser wie auch der übrigen Nährstoffe variierte in Abhängigkeit von Versuchsjahr und Erntezeitpunkt in erheblich stärkerem Maße als die Rohnährstoffgehalte. Die Variationen wurden durch ELOS gut erfaßt (Tabelle 2). Die Schätzung des energetischen Futterwertes sollte vorzugsweise auf der Basis dieses Parameters erfolgen (Tabelle 3).

Tabelle 1

Rohnährstoffzusammensetzung (g/kg TS) der Futterpartien  
(X: der drei Versuchsjahre)

Parameter	1. Aufwuchs				2. Aufwuchs			
	Ende Mai (T)		Ende Juni (W)		Anfang August (T)		Ende September (W)	
	X	min...max	X	min...max	X	min...max	X	min...max
Rohprotein	95	85... 106	64	57... 70	99	95... 105	104	94... 111
Rohfaser	302	281... 323	313	306... 316	284	281... 285	283	273... 290
Rohfett	14	12... 17	10	8... 14	21	13... 27	18	13... 25
Rohasche	78	64... 87	62	58... 70	83	75... 90	93	89... 100
N-freie Extraktst.	511	492... 528	549	530... 570	512	501... 530	513	477... 544

Tabelle 2

Verdaulichkeit der organischen Substanz, der Rohfaser, der N-freien Extraktstoffe, die Enzymlöslichkeit der organischen Substanz (in %) sowie die Energiekonzentration (MJ NEL/kg TS) der Futterpartien (x der drei Versuchsjahre)

Parameter	1. Aufwuchs				2. Aufwuchs			
	Ende Mai (T)		Ende Juni (W)		Anfang August (T)		Ende September (W)	
	X	min...max	X	min...max	X	min...max	X	min...max
Org. Substanz	69,2	64,9...73,7	61,2	58,9...63,9	63,6	59,5...65,4	64,4	62,0...68,3
Rohfaser	76,9	71,6...79,8	60,0	58,4...61,8	70,9	66,8...73,2	71,4	68,1...76,2
N-freie Extraktst.	69,3	63,7...74,4	62,4	57,7...68,4	64,1	59,8...66,7	64,1	60,4...69,1
ELOS	55,6	52,6...57,6	49,0	48,4...49,3	54,7	52,6...54,1	52,5	50,9...54,6
NEL <small>invivo</small>	5,63	5,20...6,12	4,91	4,69...5,10	5,02	4,60...5,24	5,08	4,81...5,43

Tabelle 3: Vergleich der im Verdauungsversuch ermittelten Energiekonzentration mit den nach verschiedenen Methoden geschätzten Energiegehalten (MJ NEL/kg TS)

Partie		NEL	NEL	NEL
Erntetermin		in vivo	KU/WEI	DLG
25.05.	1992	5,20	5,50	6,05
28.05.	1993	5,58	5,11	5,50
30.05.	1994	6,12	5,46	6,00
22.06.	1992	4,69	4,82	5,77
30.06.	1993	5,10	4,90	5,88
04.07.	1994	4,94	4,90	6,01
07.08.	1992	5,24	5,22	5,76
16.08.	1993	5,23	5,50	5,89
10.08.	1994	4,60	5,12	5,78
08.09.	1992	4,81	4,97	5,62
24.09.	1993	5,43	5,26	5,73
10.10.	1994	4,99	5,06	5,82
<b>X</b>		<b>5,16</b>	<b>5,15</b>	<b>5,82</b>
<b>min ... max</b>		<b>4,69...6,12</b>	<b>4,82...5,50</b>	<b>5,50...6,05</b>

### Schlußfolgerungen

Die Energiewertschätzung von Partien aus der extensiven Grünlandwirtschaft ist derzeit in Deutschland ein Problem.

Die Anwendung der DLG-Schätzgleichung ist nicht zu empfehlen, da der Energiewert solcher Partien erheblich überschätzt wird. Die ELOS-Methodik sollte neben dem Hohenheimer Futtermitteltest für die energetische Futterwertschätzung eingesetzt werden.

### Literatur

- KUHLA, S., WEISSBACH, F., SCHMIDT, L., 1994: Die Nutzung einer Cellulase-Methode zur Schätzung des energetischen Futterwertes von Gras und Grasprodukten. VDLUFA-Schriftenreihe, 106. VDLUFA - Kongreß, Jena
- DE BOBVER et al. in: NAUMANN, K. und BASSLER, R., 1993: Methodenbuch III  
3. Erg. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln
- SCHIAMANN, R. 1981: Methodische Richtlinien zur Durchführung von Verdauungsversuchen für die Futterwertschätzung, Arch. Tierernähr. 31, S. 1 - 19

## **Futterwert und Silierfähigkeit von Zweiarteu-Mischungen des Deutschen Weidelgrases mit verschiedenen Grünlandkräutern**

P. Daniel, W. Opitz von Boberfeld und J. Issestein\*

### **Ziel**

Die Bestände des Grünlandes enthalten je nach Intensität der Bewirtschaftung einen mehr oder weniger großen Kräuteranteil. Während die futterbaulichen Eigenschaften von Gemischen aus Weißklee und Gräsern weitgehend bekannt sind, liegen entsprechende Arbeiten über kräuterreiche Aufwüchse kaum vor. Untersuchungen über den Futterwert und die Gärung einzelner Kräuterarten wurden in den zurückliegenden Jahren durchgeführt (MEISTER und LEHMANN 1988, SPATZ und BAUMGARTNER 1990, WILMAN und RILEY 1993, ISSELSTEIN 1994, MAINZ 1995); mögliche Wechselwirkungen zwischen Gräsern und Kräutern sind dabei kaum erfaßt worden. Von einigen Kräutern ist bekannt, daß sie sekundäre Inhaltsstoffe enthalten, die sowohl den Futterwert als auch die Gärung und damit die Gärqualität verändern können (REED 1995). Von besonderem Interesse ist dabei, ob diese Stoffe in Kräuter-Gras-Mischungen auch die Qualitätsmerkmale beeinflussen. Zur Klärung dieser Fragen wurde ein Modellversuch mit Gemischen aus Deutschem Weidelgras und den Kräutern Löwenzahn, Spitzwegerich und Wiesenknöterich durchgeführt.

### **Angaben zur Versuchsdurchführung**

Das Deutsche Weidelgras und die Kräuter Löwenzahn und Spitzwegerich wurden als Reinbestand angebaut, mit 60 kg/ha N je Aufwuchs gedüngt, geerntet (2. Aufwuchs), getrocknet und vermahlen, um anschließend dem Versuchsplan entsprechend gemischt zu werden. Der Wiesenknöterich wurde von Wiesen (1. Aufwuchs) im Vogelsberg gesammelt.

---

\*Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II- Grünlandwirtschaft und Futterbau-  
der Justus-Liebig-Universität Gießen, Ludwigstraße 23, 35390 Gießen

**Material**

## Faktoren und Stufen

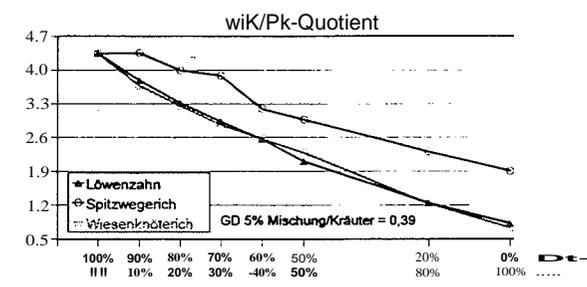
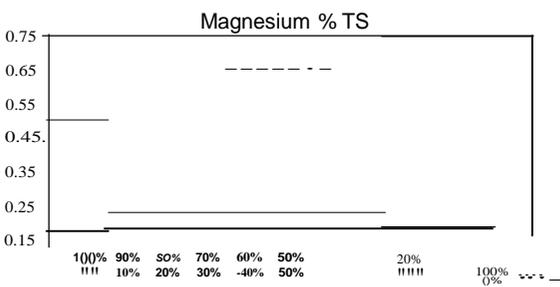
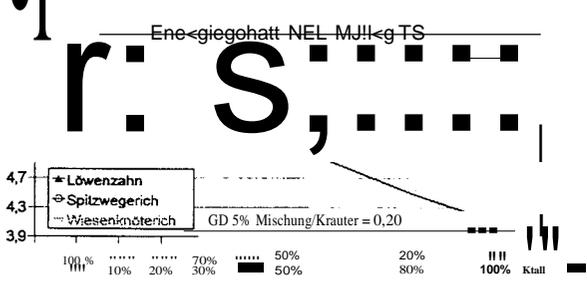
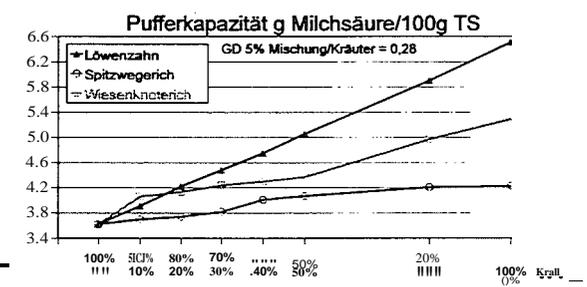
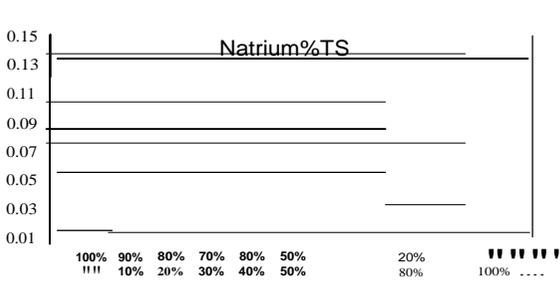
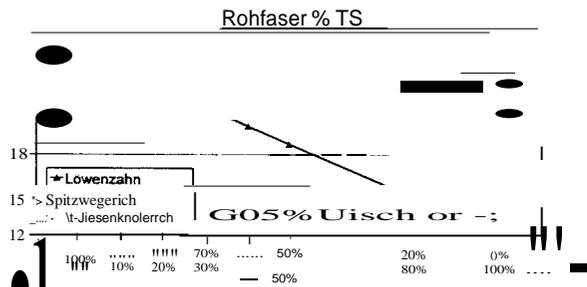
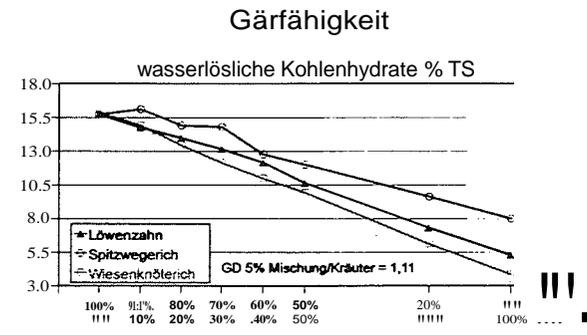
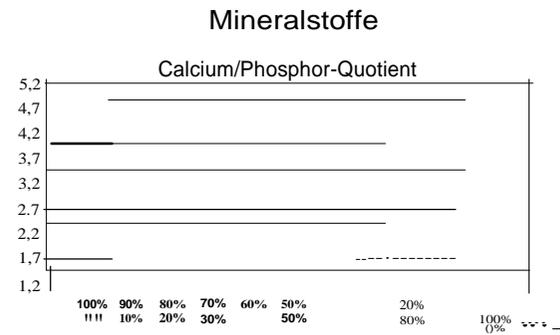
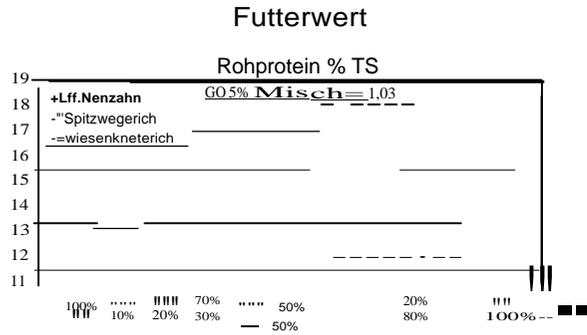
Faktoren	Stufen
1. Kräuterart	1.1 Löwenzahn ( <i>Taraxacum officinale</i> Web.) 1.2 Spitzwegerich ( <i>Plantago lanceolata</i> L.) 1.3 Wiesenknöterich ( <i>Polygonum bistorta</i> L.)
2. Kräuteranteil in Mischungen mit Deutschem Weidelgras ( <i>Lolium perenne</i> L.)	2.1 0% Kräuter 2.2 10% Kräuter 2.3 20% Kräuter 2.4 30% Kräuter 2.5 40% Kräuter 2.6 50% Kräuter 2.7 80% Kräuter 2.8 100% Kräuter

Wiederholungen: 2

**Methoden**

Futterwert	- Rohprotein - Rohfaser - NEL MJ/kg TS (HFT) - Mineralstoffe (Ca, P, Na, Mg)
Gärfähigkeit:	- Wasserlösliche Kohlenhydrate (Anthron) - Pufferkapazität

# Ergebnisse



Futterwert, Mineralstoffe und Gärfähigkeit in Gras/Kräuter-Mischungen in Abhängigkeit vom Kräuteranteil

### Schlußfolgerungen

Futterwert, Mineralstoffgehalte und die Gärfähigkeit verändern sich je nach Kräuteranteilen in den Mischungen linear; antagonistische bzw. synergistische Effekte werden nicht festgestellt.

- 8 Mit höheren Löwenzahnanteilen in den Mischungen nehmen die Rohproteingehalte zu, die Rohfasergehalte ab.
- 8 Mit höheren Spitzwegerich- und Wiesenknöterichanteilen nehmen die Energiekonzentrationen generell ab.
- 8 In den Mischungen erhöhen sich bei allen drei Kräutern mit höheren Anteilen die Calcium/Phosphor-Quotienten.
- 8 Bei Magnesium wirken sich Wiesenknöterich und Löwenzahn gehaltssteigernd aus.
- 8 Bei Natrium nehmen die Gehalte in Mischungen mit Spitzwegerich zu, bei Löwenzahn bleiben sie gleich, bei Wiesenknöterich nehmen sie ab.
- 8 Kräuter mit ihren niedrigen Gehalten an wasserlöslichen Kohlenhydraten und ihrer hohen Pufferkapazität verschlechtern die wIK/Pk-Quotienten.

### Literatur

- ISSELSTEIN, J.; 1994: Zum futterbaulichen Wert verbreiteter Grünlandkräuter. Habil. Gießen.
- MAINZ, A.K.; 1995: Futterqualität und Konservierungseigenschaften verbreiteter Grünlandkräuter. Diss. Gießen.
- MEISTER, E und J. LEHMANN.; 1988: Nähr- und Mineralstoffgehalt von Wiesenkräutern aus verschiedenen Höhenlagen in Abhängigkeit vom Nutzungszeitpunkt Schweiz. Landwirtsch. Forsch. 27, 127-137.
- REED, J.D.; 1995: Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. J. Anim. Sci., 73, 1516-1528.
- SPATZ, G. und A. BAUMGARTNER; 1990: Zur Bewertung der Grünlandkräuter als Futterpflanzen. D. wirtschaftseigene Futter **36**, 79-91
- WILMAN, D. und J.A. RILEY; 1993: Potential nutritive value of a wide range of grassland species. J. Agric. Sci. **120**, 43-49.

## Bestandesentwicklung, N-Nachlieferung **und** Vorfruchtwert mehrjähriger Brachen E. Leisen\*

### Einleitung

In den letzten Jahren hat der Anteil mehrjähriger Brachen an der Gesamtstillegungsfläche deutlich zugenommen. 1995 waren es alleine in Westfalen-Lippe ca. 40.000 ha, bei einer Gesamtstillegungsfläche von ca. 80.000 ha.

Hier stellen sich die Fragen, welche Ansaatmischung eignet sich und, was bisher bei mehrjährigen Brache noch weniger untersucht wurde, mit welcher Vorfruchtwirkung ist zu rechnen?

### Material **und** Methoden

In fünf Versuchen (2 Wiederholungen) wurden über zwei bis sechs Jahre die Bestandesentwicklung, in vier Versuchen anschließend auch die Vorfruchtwirkung untersucht. Die Standorte sind in der nachfolgenden Tabelle 1 beschrieben.

#### Tabelle 1:

#### *Allgemeine Standortangaben*

<i>Versuchsort</i>	<i>Höhe ii. NN</i>	<i>AZ</i>	<i>Bodenart</i>	<i>Bodentyp</i>	<i>pH</i>	<i>P<sub>20s</sub> [(20 Mg mg/100 g Boden</i>		
Haus Düsse	70	61	IU	Parabraunerde- Pseudogley	7,0	28	16	6
Lichtenau	335	40	uL	Braunerde	6,7	16	22	10
Merfeld	51	27	humoser S	Pseudogley	5,3	22	12	4

Drei Versuche lagen auf Haus Düsse (Soester Börde) und je ein Versuch in Merfeld und Lichtenau. Zum Vergleich kamen unterschiedliche Brachebegrünungen und die Pflegeintensität (ohne, 1 x, 2 x Schlegeln).

Angelegt wurden die Brachebegrünungen Ende August/Anfang September. Der erste Pflegeschnitt erfolgte je nach Unkrautentwicklung Mitte Juni bis Anfang Juli und der zweite Pflegeschnitt Anfang/Mitte Oktober.

Westfalenweit wurden darüber hinaus auf 21 Praxisflächen zwischen 1993 und 1994 großflächig (ohne Wiederholung) reine Grasansaat und eine Dt. Weidelgras-Weißklee Mischung mit 10 Prozent Weißklee zur Beobachtung angesät.

### *Ergebnisse und Diskussion*

#### Bestandesentwicklung

Reinsaat von Rotschwengel bildeten nur geringe Aufwuchsmengen und waren im ersten Aufwuchs häufig stark verunkrautet, nach dem ersten Pflegeschnitt aber relativ unkrautarm. Rotschwengelbestände konnten danach auch ohne Pflegeschnitt unkrautarm bleiben, solange sich keine Disteln ausbreiteten.

---

\* Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Gruppe Landbau, Levinghoff 40,48135 Münster

Knaulgras und Lieschgrasansaaten waren zwar ebenfalls unkrautarm aber auch wüchsiger, was einen erhöhten Pflegeaufwand erforderlich machen kann.

Deutsches Weidelgras war anfangs zwar relativ zügig in der Entwicklung, bei Aussaat in Mischung ist es aber durch Rotschwingel, Knaulgras oder Lieschgras während der Brachezeit zurückgedrängt worden. In den letzten beiden Wintern ist es darüber hinaus auf drei von vier Standorten fast vollkommen ausgewintert. Deutsches Weidelgras sollte deshalb bei der Anlage von Dauerbrache nicht in Reinsaat angesät werden.

Die Bestandesentwicklung von Kleegrasmischungen mit Weißklee oder Rotklee war sehr unterschiedlich. Im Sommer des ersten Brachejahres war der Aufwuchs je nach Standort und Jahr kleearm, teilweise aber auch mit bis zu 95 % sehr kleereich. Bis zum Ende des 5. Brachejahres ist nicht nur Rotklee, sondern auch Weißklee meist vollständig verschwunden: Dies war auf vier von fünf Versuchsflächen zu beobachten. Wie unterschiedlich die Klee-Entwicklung auch auf dem gleichen Standort sein kann, zeigt Abbildung 1. Auf Haus Düsse behielt in der Ansaatmischung Dt. Weidelgras-Weißklee der Weißklee bei Ansaat 1987 bis zum 6. Brachejahr hohe Anteile, bei Ansaat 1990 war er aber schon im dritten Brachejahr vollständig verschwunden. Die Beobachtungen zeigen, daß die Entwicklung des Kleeanteiles in Klee grasbeständen und damit auch die N-Anreicherung nicht vorhersehbar sind.

Kleereiche Bestände bilden darüber hinaus größere Aufwuchsmengen, die bis zu zwei bis viermal so hoch waren wie bei reinen Grasansaaten. Entsprechend hoch war der Pflegeaufwand. Trotzdem konnten sich hier stellenweise mehr Unkräuter ausbreiten, insbesondere Quecke und Kratzdisteln.

### **Nmin-Werte nach Umbruch**

Abbildung 2 zeigt die Nmin-Werte zwei bis drei Monate nach Umbruch auf Haus Düsse und in Lichtenau. Die niedrigsten Nmin-Werte wurden nach grasreichen Beständen gemessen. Auffallend niedrig sind auch die Nmin-Werte in Lichtenau nach Klee gras. Hier lag der Rotkleeanteil im zweiten Brachejahr bei 80 Prozent, der Klee war im fünften Brachejahr aber vollkommen ausgefallen.

Bei Umbruch kleereicher Bestände lagen die Nmin-Werte deutlich höher, 1991 sogar bei 361 kg/ha.

### **N-Düngung zur ersten und zweiten Folgefrucht**

Die N-Düngung im Frühjahr zu den Folgefrüchten erfolgte nach der Nmin-Methode (Probenahme Ende Februar/Anfang März), die N-Spätdüngung entsprechend der Bestandesentwicklung.

Nach reinen Grasbeständen entsprach die N-Düngung in fünf von sechs Jahren der N-Düngung in der normalen Fruchtfolge Winterraps - Winterweizen - Wintergerste (Kontrollvariante). Nach Umbruch von Klee grasansaaten war die N-Düngung meist reduziert: zur ersten Folgefrucht um 50 - 120 kg/ha und zur zweiten Folgefrucht auf zwei von vier Flächen erneut um 40 - 50 kg/ha. Nur in Lichtenau, wo der Klee bis zum Umbruch vollständig ausgefallen war, konnte die N-Düngung nicht reduziert werden. In den Folgejahren muß aber auch hier mit einer erhöhten N-Nachlieferung gerechnet werden.

**Folgefruchterträge**

Abbildung 3 zeigt die relative Ertragsleistung der 1. und 2. Folgefrucht

Nach reinen Grasbeständen wurden in fünf von sieben Jahren gleichhohe oder höhere Erträge als nach Klee gras erzielt. Nach Klee gras kam es 1990 zu vollständiger Lagerbildung, Mindererträge von ca. 30 % traten auf.

Nach Selbstbegrünung wurden zwar auch gute Erträge erzielt. Der Pflegeaufwand während der Brachezeit war aber höher.

**Schlußfolgerung**

Reine Grasansaat en sind im Vergleich zu Klee grasansaat en sowohl weniger wüchsig als auch häufig unkrautärmer und erfordern damit einen geringeren Pflegeaufwand. Darüber hinaus haben sie nach mehrjähriger Stilllegung einen guten Vorfruchtwert

Nach Klee gras ist die N-Nachlieferung erhöht, aber nicht kalkulierbar, und die N-Düngung nur schwer abschätzbar. Dies kann zu einer erhöhten Stickstoffauswaschung und zu einer Belastung der Folgefrüchte (z.B. Lagerbildung) führen.

Zur Begrünung mehrjähriger Brachen empfehlen sich deshalb reine Grasansaat en, insbesondere mit RotschwingeL

Abb. 1: Entwicklung von Deutsch-Weidelgras - Weißkleeansaat

Standort: Haus Düsse  
 Pflege: 2 x jährlich mulchen

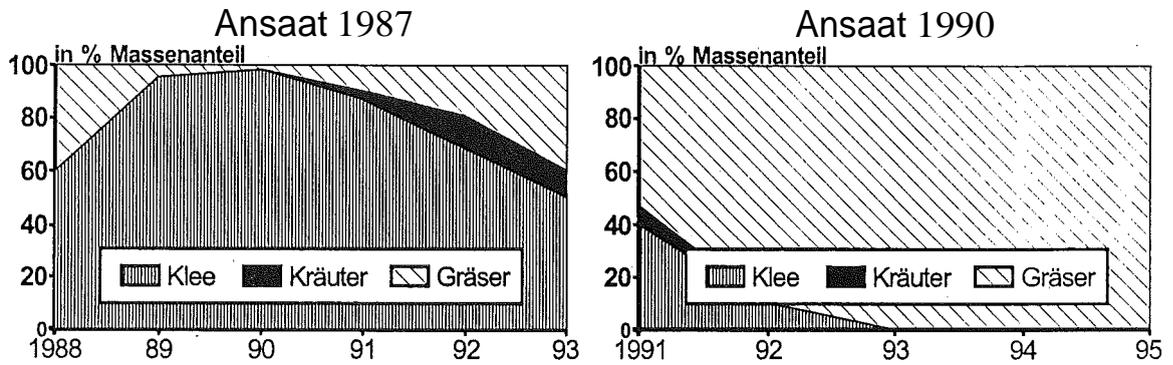


Abb. 2: Nmin-Gehalte nach Umbruch

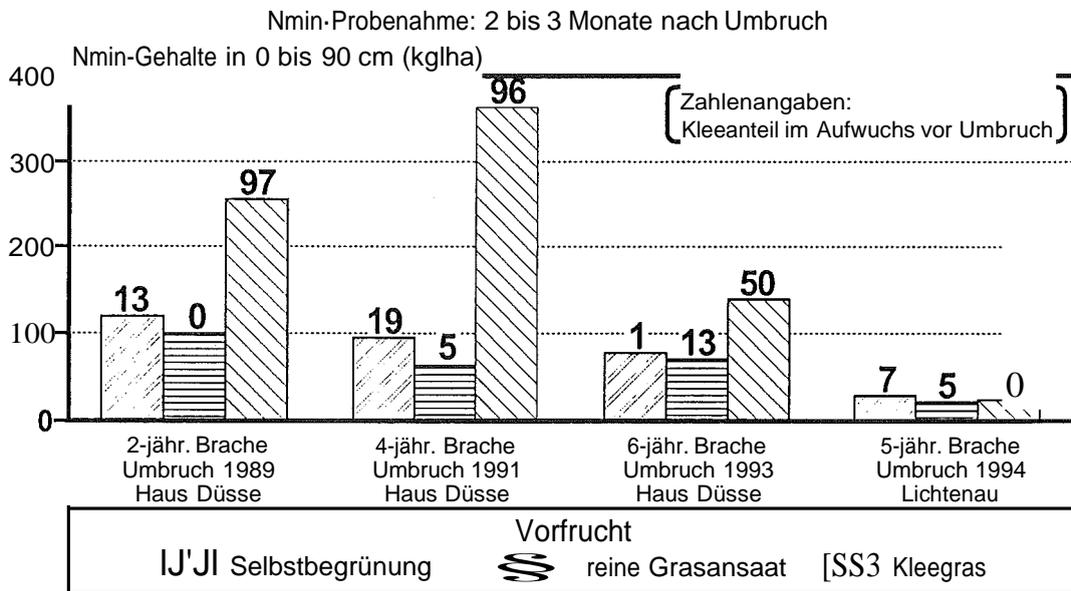
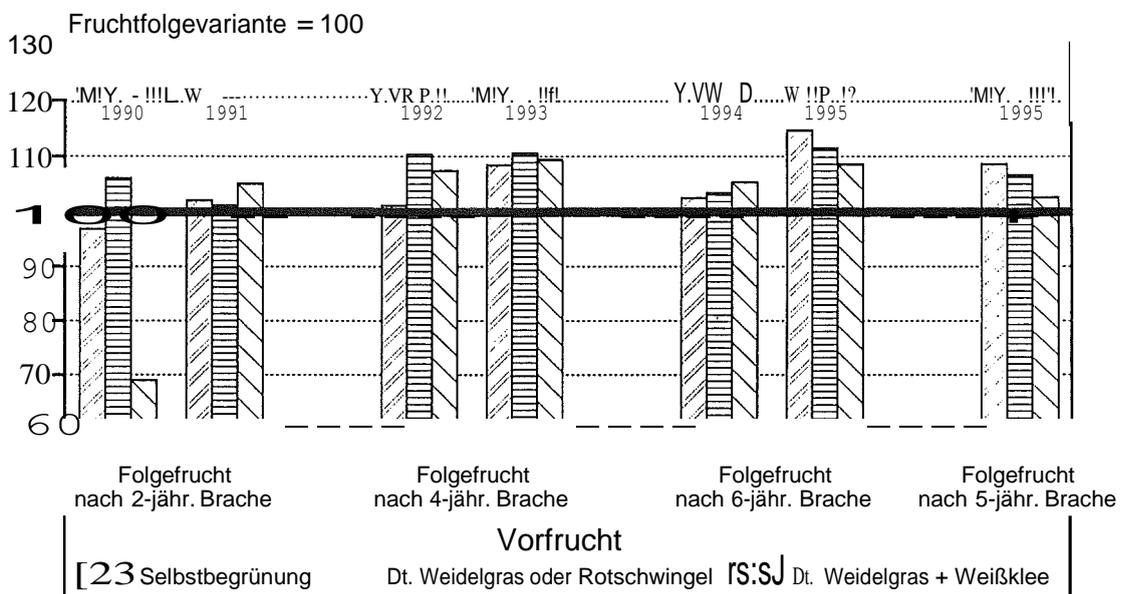


Abb. 3: Relative Ertragsleistung (in %) von Folgefrüchten



## Standraumbemessung zu Silomais

K. Schmalzer und K. Richter\*

### Problemstellung

Von halbierten Reihenabständen und einer Doppelreihensaat bei Silomais werden Vorteile wie günstigerer Standraum je Einzelpflanze, schnellerer Bestandesschluß, Schutz der Bodenoberfläche vor Erosion sowie eine bessere Ertragsicherheit und höhere Ernteerträge erwartet. Mit zwei nebeneinander oder versetzt hintereinander angeordneten Einzelsäaggagaten werden die Samenkörner in zwei nebeneinander liegenden Saatzeilen auf Lücke abgelegt, wodurch die größeren Abstände von Korn zu Korn bessere Standraumverhältnisse je Einzelpflanze bei gleichen Pflanzenzahlen/m<sup>2</sup> schaffen sollen (ZSCHEISCHLER, 1990).

Die Versuche mit verschiedenen Reihenabständen bei Silomais sollten zeigen, wie sich bei gleichen Pflanzenzahlen je ha die besseren Standraumverhältnisse (größere Abstände von Korn zu Korn in der Saatzeile) auf Ertrag und Lichtinterzeption von zwei Maissorten bei unterschiedlichem Wasserangebot auswirkten.

### Material und Methoden

Die Versuche wurden in den Jahren 1993 und 1994 am Standort Berge (D4a-Standort, Ackerzahl 40) durchgeführt. Die Faktoren Beregnung (unberegnet, beregnet), Standraum (Tab. 1) und Sorte ('Aristis', FAO 240 und 'Alois', FAO 230) wurden in einer Streifen-Spalanlage mit vier Wiederholungen geprüft.

Tabelle 1 Reihenabstände, Bestandesdichten zur Maisernte und mittlere Abstände der Pflanzen innerhalb der Reihen

Versuchsjahr	75 cm Reihenabstand		Doppelreihe		37,5 cm Reihenabstand	
	Pflanzen/m <sup>2</sup>	Abstand cm in der Reihe	Pflanzen/m <sup>2</sup>	Abstand cm in der Reihe	Pflanzen/m <sup>2</sup>	Abstand cm in der Reihe
1993	8	16	9	28	9	28
1994	10	13	10	26	10	26

Voraussetzung für den Vergleich unterschiedlicher Reihenabstände müssen gleiche Pflanzenzahlen/m<sup>2</sup> sein. Bei der Doppelreihe und halbiertem Reihenabstand war der Abstand von Pflanze zu Pflanze innerhalb der Reihen doppelt so groß wie bei einem Reihenabstand von 75 cm. Die abweichende Bestandesdichte bei einem Reihenabstand von 75 cm im Jahre 1993 war durch die maschinelle Ablage bedingt. Im zweiten Prüfungsjahr wurden die Parzellen von Hand eingerichtet.

Im Jahre 1993 wurde bei einem Wasserdefizit von Mai bis September (nach KLATT, 1967) von 34 mm eine Zusatzwassermenge von 20 mm (Ende August) gegeben; bei einem Defizit von 294 mm im Jahre 1994 sechs Gaben von jeweils 20 mm im Juli/ August [nach Berest 90, (WENKEL, et al. 1988)]

Für einer angestrebte N-Sollmenge von 150...200 kg/ha betrug die Höhe der N-Düngung bei Berücksichtigung der aktuellen N<sub>min</sub>-Gehalte im Boden im Jahre 1993 60 kg/ha zur Saat und 40 kg/ha im 8-Blattstadium und im Jahre 1994 30 kg/ha zur Saat, wobei hier eine zweite N-Gabe entfallen konnte.

\* Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Institut für Landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Fachgebiet Grünlandssysteme, Invalidenstr. 42, 10115 Berlin

Es wurden die Prüfmerkmale Trockenmasseertrag, TS- und N-Gehalte (Restmais und Kolben) untersucht. Um die Wirkung der Einstrahlungsverhältnisse bei unterschiedlicher Standraumzumessung zu erfassen, ist die Lichtinterzeption gemessen worden. Sie ist je Parzelle aus 5 Messungen der photosynthetisch aktiven Strahlung mit einem PAR-Sensor (Sunfleck-Ceptometer) über dem Bestand ( $x_1$ ) und unter dem Maisbestand ( $x_2$ ) bestimmt worden:

$$I=100-(x_2/x_1*100) \quad [1]$$

## Ergebnisse

### Lichtinterzeption

Der größere Abstand der Maispflanzen in der Reihe führte bei einem Reihenabstand von 37,5 cm bis zum Rispenschieben zu einem schnelleren Anstieg der Lichtinterzeption (Abb. 1).

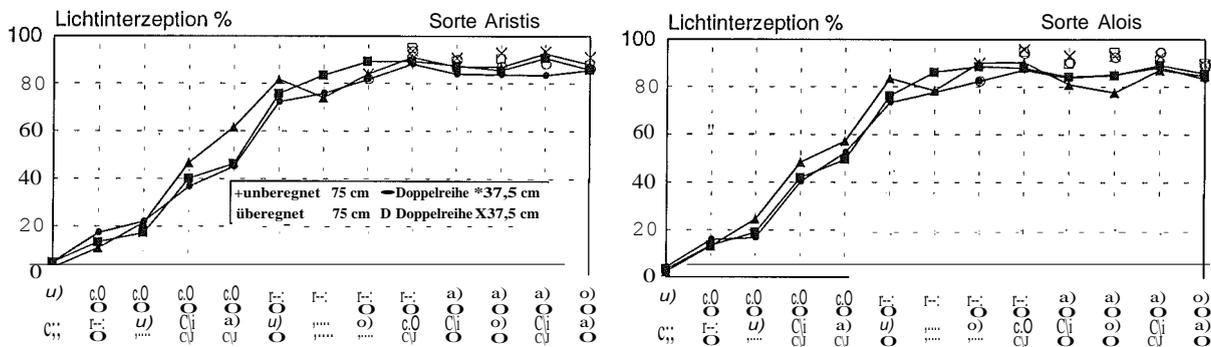


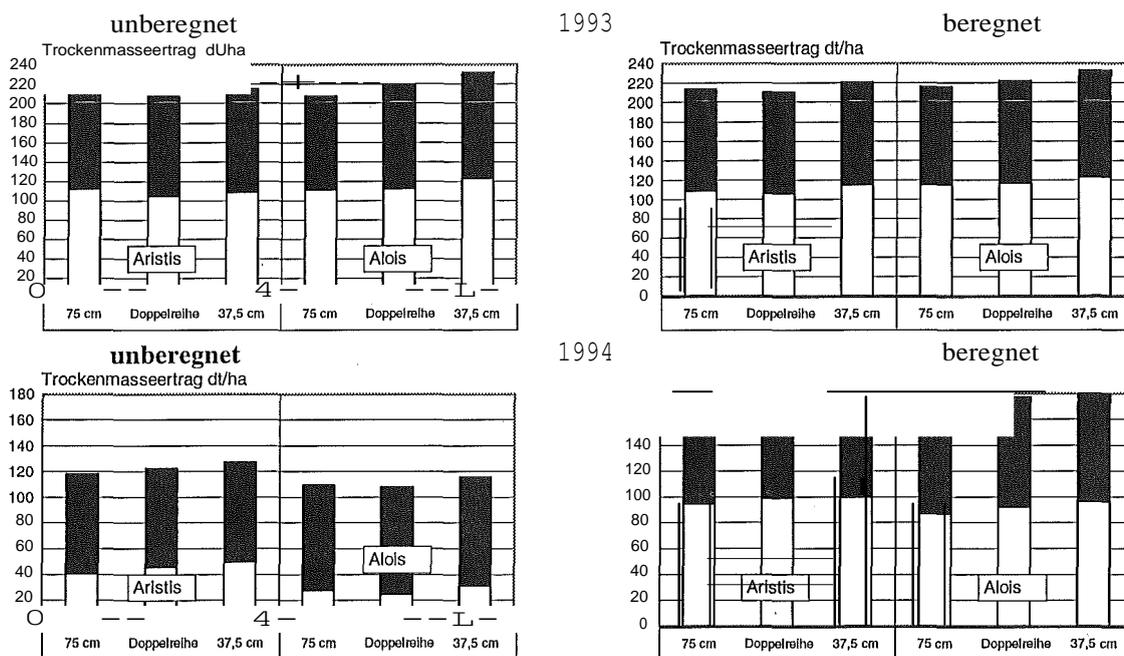
Abbildung 1 Lichtinterzeption durch Silomais in Abhängigkeit von Standraum, Beregnung und Sorte

Die Lichtinterzeptions-Kurven zeigen, daß die Bestände mit 75 cm Reihenabstand ab Rispenschieben den Nachteil im Bestandesschluß ausgleichen konnten. Durch Wassermangel während des Rispenschiebens (Mitte **Juli**) begannen die älteren Blättern zu welken. Dadurch verringerte sich die Lichtinterzeption. In den beregneten Beständen wurde eine um 3...5 % höhere Interzeption gemessen.

### Trockenmasseerträge

Bei einem Reihenabstand von 75 cm traten in der Tendenz etwas geringere Trockenmasseerträge auf (Abb. 2). Für die Ergebnisse aus dem Jahre 1993 muß eingeräumt werden, daß diese Relation durch die geringere Bestandesdichte in dieser Prüfstufe verursacht sein kann.

Auf das hohe Wasserdefizit im Jahre 1994 reagierte der Silomais bei allen Reihenabständen mit geringeren Erträgen und Kolbenanteilen (23...37%). Die Beregnung sicherte Kolbenanteile von 52...57%, was die Wichtigkeit des Faktors Wassers auf leichten und mittleren Böden unterstreicht. Auf Trockenheit reagierte die Sorte 'Alois' im Jahre 1994 empfindlicher. Bei günstiger Niederschlagsverteilung (1993) war diese Sorte ertraglich überlegen.



F-Test	Beregnung		Standraum		Sorte		Wechselwirkungen							
	A		B		C		AxB		AxC		BxC		AxBxC	
	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994	1993	1994
Gesamtertrag	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kolben	O	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+
Restmais		-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-
	+ signifikant						- nicht signifikant							

Abbildung 2: Trockenmasseerträge von Silomais in Abhängigkeit von Reihenabstand, Sorte und Beregnung (Standort Berge, 1993 und 1994)

### N-Entzüge

Bei den N-Entzügen durch die Erntesubstanz wurden in beiden Jahren signifikante Wechselwirkungen zwischen den Faktoren Beregnung, Standraum und Sorte festgestellt (Abb.3). Während bei ausreichenden Niederschlägen im Jahre 1993 durch die Prüffaktoren eine relativ geringe Variation der N-Entzüge auf hohem N-Entzugsniveau vorlag, streuten die Entzüge im Jahre 1994 auf einem um ca. 100 kg/ha niedrigeren Niveau stärker in Abhängigkeit von den Prüffaktoren. Die Sorten reagierten unterschiedlich auf Standraum und Beregnung.



## Witterungsbasierte Simulation der Leistungsparameter von Rotklee- und Rotklee-Gras-Beständen

M. Wachendorf, A. Kornher und F. Taube \*

### 1. Einleitung

Der herkömmliche Weg zur Behebung von Wissensdefiziten in der Praxis führt bislang über die Durchführung mehr oder weniger zahlreicher Einzelversuche. Aufgrund knapper Ressourcen laufen diese Versuche jedoch meist nur an wenigen Standorten über eine geringe Zahl von Jahren hinweg, weshalb die gewonnenen Erkenntnisse sehr witterungs- und standortabhängig sind und damit eine meist nur begrenzte Aussagekraft für die vielfältigen Umweltbedingungen der landwirtschaftlichen Praxis haben. Angesichts der zunehmenden Ressourcenknappheit vor allem im Personalkostenbereich, wird sich der beschriebene Konflikt weiter verschärfen. Ein Ausweg bietet die Nutzung von witterungsbasierenden Modellen. Mit deren Hilfe können ausgehend von einer begrenzten Zahl an systematischer Feldversuchen Ertragsleistungen und Qualitäten von Futterbaubeständen für eine beliebige Vielfalt von Witterungs- und Standortbedingungen prognostiziert werden. Ziel des aktuellen Projektes, dessen Teilergebnisse hier vorgestellt werden, ist es, den Geltungsbereich des Modells hinsichtlich ein- bzw. zweijähriger Ackergras- und Klee-grasbestände zu erweitern.

### 2. Material und Methoden

Zielgröße bei der Arbeit mit dem Modell FOSIM ist die tägliche Veränderung des Trockenmasseertrages bzw. der Qualitätsmerkmale (Verdaulichkeit, Energie- u. Rohprotein-gehalt) von Futterbeständen. Mittels dieser Konzeption können Bestände in ihrem Entwicklungsverlauf für jeden Aufwuchs beschrieben werden, wobei die Merkmalsausprägungen zu jedem Zeitpunkt bekannt und damit kontrollierbar sind. Die Vorgehensweise bei der Erarbeitung von Modellen verläuft in 4 Schritten:

1. Erstellung eines Ausgangsdatenmaterials: Anhand systematischer Versuchsreihen werden die Muster der Ertragsbildung und Qualitätsveränderung von Beständen durch eine kontinuierliche Beprobung über die Vegetationszeit erhoben und anschließend in mathematische Formulierungengefaßt
2. Integration der Witterungs- und Bodenfaktoren: Die Bestandesdaten werden mit den korrespondierenden Witterungs- (Strahlung, Temperatur, Niederschlag) und Bodenkennwertell (Menge an pflanzenverfügbarem Bodenwasser) des jeweiligen Versuchsjahres bzw. Standorts verbunden.
3. Optimierung der Modellparameter: Abschließend erfolgt die Parametrisierung der Modelle mit einer Optimierungsroutine.
4. Simulation: Die so entwickelten bestandesspezifischen Modelle können für beliebige Kombinationen der genannten Umweltfaktoren verwendet werden.

Die zugrundeliegenden Feldversuche wurden auf den Versuchsbetrieben Schaedtbek (östliches Hügelland, IS-sL) und Karkendamm (Geest, hS) in den Jahren 1992 bis 1994 durchgeführt. Unterschiedliche Bestandestypen (Rotklee -RK-, Rotklee x Welsch' Weidelgras-Gemenge -RK x WW- und Welsches Weidelgras in Reinsaat -WW-) wurden einer 3- bzw. 4maligen Schnittnutzung unterzogen.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

In der Optimierungsroutine wurden für die TM-Erträge der Bestände eine durchschnittlich 90prozentige Erklärungskraft der Modelle hinsichtlich der auftretenden Variation der Meßwerte erzielt (Abb. 1). Im Falle der Verdaulichkeiten und Rohproteingehalte wurden ähnliche Beziehungen gefunden. In sämtlichen Simulationen übte der Faktor "Witterung" einen entscheidenden Einfluß auf die Ertragsbildungsprozesse der Bestände sowie auf die damit einhergehende Qualitätsveränderung aus. Die Unterschiede in Menge und Verteilung der Jahresniederschläge als zentraler Witterungsfaktor werden in Abb. 2 anhand des Wasserindex illustriert, wie er als relative Größe in der Modellroutine aus den meteorologischen Daten gebildet wird. Liegt dieser Wert nahe 1, so wirkt das Wasserangebot für das Wachstum der Pflanzen nicht limitierend. Je geringer der Wert ist, desto größer ist der Wasserstreß, dem die Pflanzenbestände ausgesetzt sind. Die durch den Faktor "Bestandestyp" induzierte große Variation in den Leistungsparametern der Bestände (hier nicht dargestellt) weist auf den entscheidenden Einfluß der Artenwahl im Ackerfutterbau hin.

### 4. Schlußfolgerung

Im Sinne einer Effizienzsteigerung in der Futterbauforschung bietet die Nutzung von Modellen eine Möglichkeit zur Generalisierung von Feldversuchsergebnissen. Simulationsrechnungen zeigen, daß die Ertragsbildung und Qualitätsveränderung von kurzfristigen Futterbeständen prinzipiell ähnlichen Gesetzmäßigkeiten folgen wie Grünlandbestände. Somit können mit dem vorliegenden Modell Erträge und Qualitäten von Futterbeständen für jede beliebige Kombination aus Boden- und Witterungsdaten (=Standort) bei jeder denkbaren Nutzungsfrequenz berechnet werden.

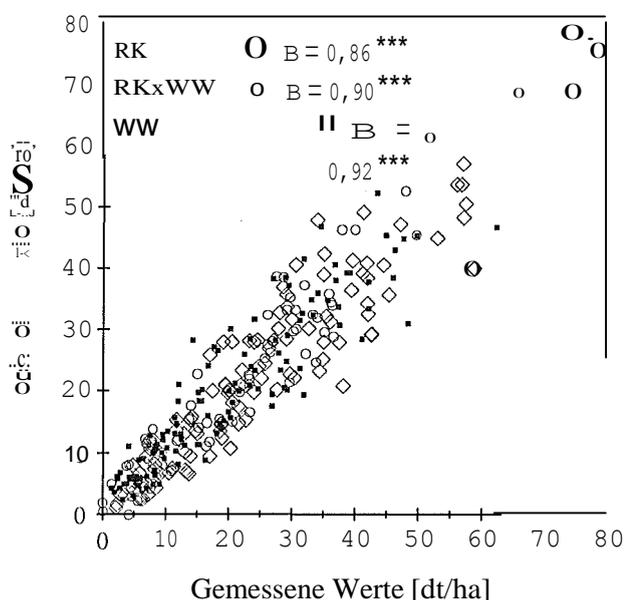


Abb. 1: Beziehung zwischen gemessenen und berechneten TM-Erträgen für unterschiedliche Bestandestypen (2 Standorte, 3 Jahre, alle Aufwüchse; RK =Rotklee, WW =Welsches Weidelgras)

### 5. Literatur

- Angus, J.F., A. Kornher and B.W.R. Torsseil (1980): A systems approach to estimation of Swedish ley production. Progress report 1979/80. Rapport 85. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Plant Husbandry.
- Kornher, A. and P. Nyman (1992): A model for prediction of growth and quality change of grass swards. 14th General Meeting of the European Grassland Federation, Lahti/Finland, 378-382.
- Wachendorf, M. (1995): Untersuchungen zur Ertragsentwicklung und Qualitätsveränderung von Rotklee und Rotklee gras in Abhängigkeit von der Nutzungsfrequenz, der Stickstoffdüngung und der Grasart Dissertation Universität Kiel.

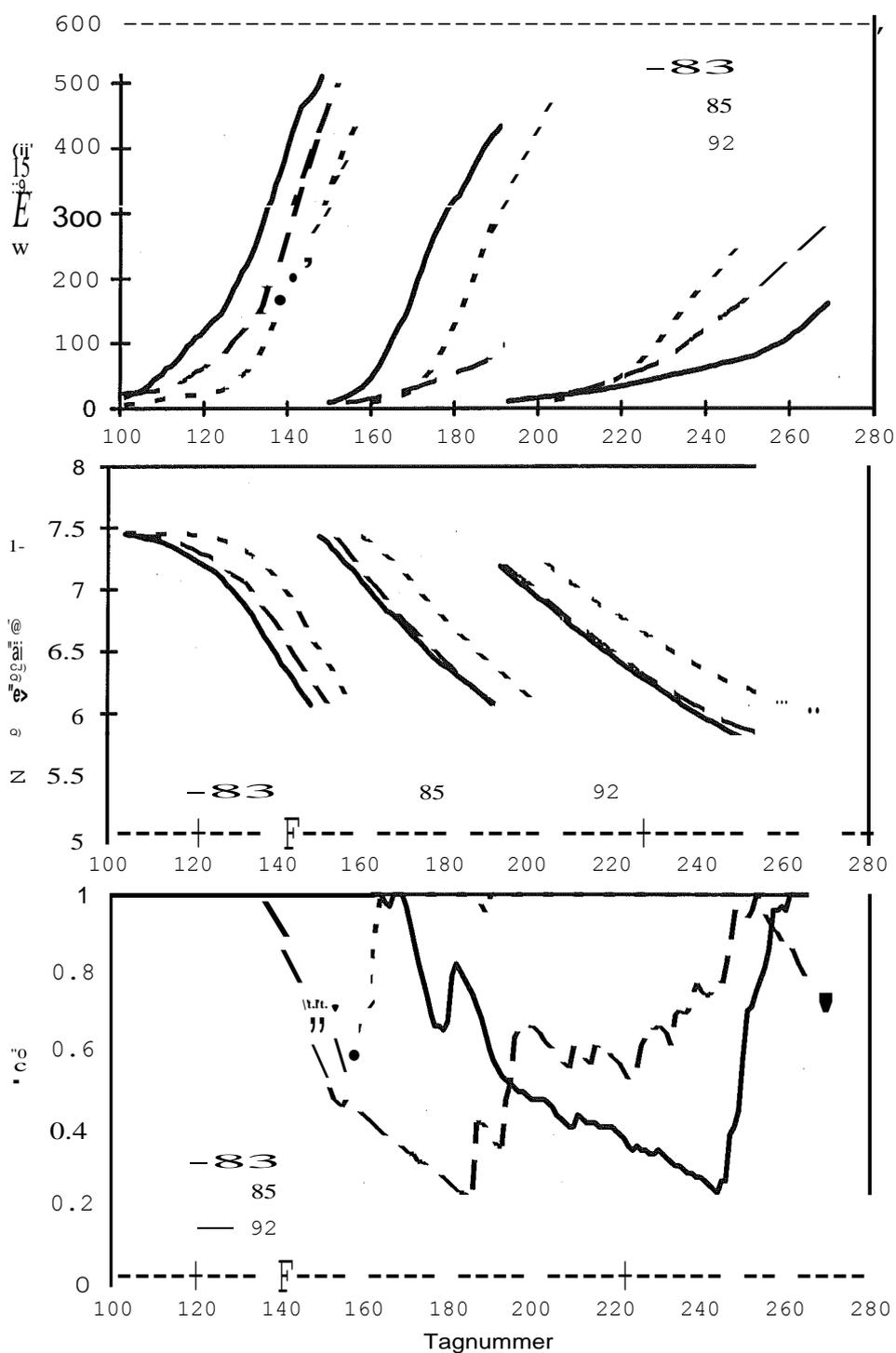


Abb. 2: Simulierte Trockenmasseerträge, Energiegehalte sowie Wasserindizes von Rotklee/Weißklee-Gras-Beständen bei unterschiedlicher Witterung der Jahre 1983, 1985 und 1992 (Boden: 1S-sL)

## Die Ertragsbildung von Silomais in Abhängigkeit von der N-Düngung

J. M. Greef \*

### Einleitung

In klimatischen Grenzlagen kann es beim Anbau von Silomais, basierend auf der ortsüblichen Düngungspraxis, zu einer Überversorgung der Bestände mit daraus resultierenden negativer ökologischen Effekten kommen. Eine Überversorgung der Bestände ist häufig durch die betriebsinternen Strukturen (Gülleüberhang) gegeben. In der Untersuchung wurde in einem mehrljährigen Feldversuch die Reaktion von Silomais auf eine reduzierte N-Versorgung und auf verschiedene N-Formen auf einem typischen praxisüblichen Standort (Geest) geprüft. Neben Kalkammonsalpeter und Harnstoff wurde als N-Form ein nitrifikationshemmender N-Dünger (Dicyandiamid) eingesetzt.

### Material und Methoden

Der Versuch wurde von 1990 bis 1993 auf dem Versuchsfeld der CAU in Heidmoor (ca. 40 km nördlich von Hamburg) durchgeführt. Es handelt sich um einen Eisen-Humus-Podsol mit 18 Bodenpunkten. Der Geeststandort ist mit 13,5°C und 453,6 mm Niederschlag während der Vegetationsperiode (10-jähriges Mittel) als Grenzstandort für den Silomaisanbau einzustufen. In einer randomisierten Versuchsanlage wurde die Maissorte Felix (FAO 220) in Abhängigkeit von der N-Höhe (N 1: 0 kg N/ha; N 2: 60 kg N/ha; 160 kg N/ha) und der N-Form (KAS: Kalkammonsalpeter; DCD: Ammoniumsulfat mit Dicyandiamid; Harnstoff) durchgeführt. Gedrillt wurde Anfang Mai mit einer Unterfußdüngung. Winterroggen war in jedem Jahr jeweils die Vorfrucht. Die N-Angebot und die N-Effizienz wurde nach Huggins und Pan (1993) ermittelt: N-Angebot (Dünger-N + N-Entzug der undegüngten Variante), N-Aufnahmeeffizienz ((Gesamt-TM IN-Angebot) x 100)), N-Verwertungseffizienz (Kolben-TM / Gesamt-N-Masse)

### Ergebnisse und Diskussion

Die marginalen klimatischen Bedingungen für eine C4-Pflanze kennzeichnen sich in niedrigen Temperaturen und der kurzen Vegetationsperiode (weniger als 150 Tage; Spätfrostgefährdung). Der Standort ist mit 13,55°C und 453,6 mm Niederschlag während der Vegetationsperiode (10-jähriges Mittel) als Grenzstandort für den Silomaisanbau einzustufen (Tab. 1, Wilson et al. 1995). Die Versuchsjahre zeigten kontrastierende Witterungsverläufe während der Vegetationsperiode. Als extreme Jahre sind 1991 mit einer langanhaltender Frühlingskühle und 1992 mit einer ausgeprägten Sommertrockenheit zu nennen. Aufgrund des starken Jahres-effektes auf die Ertragsbildung und die N-Mineralisation im Boden wurden die Jahre einzeln dargestellt, um eine Überlagerung zu vermeiden.

Tab. 1: Klimatologische Kennzahlen des Versuchsstandortes

Mai - Oktober	Durchschnittstemperatur (°C)	Niederschlag (mm)
1990	13.75	502.90
1991	13.17	479.20
1992	14.59	312.70
1993	15.45	523.60
10 jähriges Mittel	13.55	453.60

Der Silomaisertrag wird in erster Linie durch den Jahreseinfluß geprägt (Fig. 1). Nicht in jedem Jahr kann das N-Angebot ertragswirksam umgesetzt werden, wobei in ungünstigen Jahren die Streuung erheblich zunimmt. In den Ertragsverläufen sind für Kalkammonsalpeter und Dicyandiamid ähnliche Tendenzen zu beobachten, Harnstoff zeigt eine indifferente Reaktion zwischen den Jahren. Die Ertragsleistung nimmt tendenziell in der Reihenfolge Kalkammonsalpeter>Dicyandiamid>Harnstoff ab. Im Mittel der Jahre wurde ein Trockensubstanzgehalt von 25 % erreicht.

Die Aufnahmeeffizienz nimmt mit steigender N-Düngung ab. Es liegt eine deutliche Jahresabhängigkeit vor. In ungünstigen Jahren, in denen das Massenwachstum zurückbleibt, ist mit einem erhöhten Azuswaschungspotential zu rechnen. Die N-Form hat einen geringen Einfluß auf die Aufnahmeeffizienz.

Die Verwertungseffizienz zeigt nur in ausgewogenen Jahren zwischen den N-Formen gleiche Tendenzen auf. Sie nimmt mit steigender N-Düngung leicht ab. Der Kolbenanteil an der Gesamtmasse sich von 39% (N1) über 45% (N2) auf 48% (N3) erhöht. In den Jahren mit suboptimalen Bedingungen ist die Reaktion auf die N-Düngung indifferent.

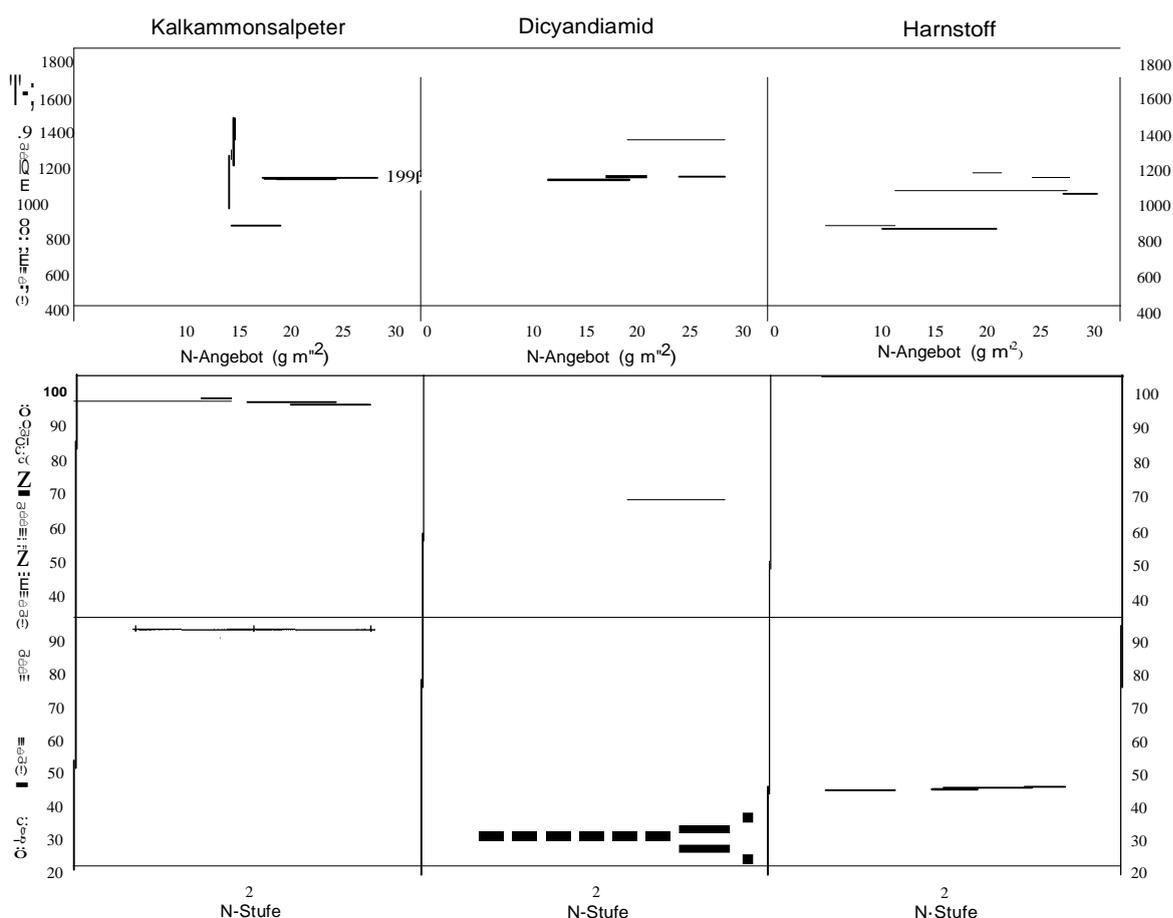


Fig. 1: Ertrag (A), N-Aufnahmeeffizienz (B) und N-Verwertungseffizienz (C) in Abhängigkeit von N-Höhe und N-Form

**Schlußfolgerung**

Unter den marginalen klimatischen Bedingungen des Standortes unterliegt die Ertragsbildung erheblichen jahreszeitlichen Einflüssen. Eine eingeschränkte N-Düngung reduziert in ungünstigen Jahren das Auswaschungspotential. Unter günstigen Wachstumsbedingungen kann eine steigende N-Düngung ertragswirksam umgesetzt werden. Allerdings weist die N-Effizienz zunehmend ungünstigere Werte auf. Die N-Form hat nur einen geringen Einfluß auf die N-Effizienz.

**Literatur**

- GREEF J M (1994): Productivity of maize (*Zea mays* L.) in relation to morphological and physiological characteristics und varying amounts of nitrogen supply. *Journal of Agronomy and Crop Science* 172, 317-326.
- HUGGINS D R and W L PAN (1993): Nitrogen efficiency component analysis: An evaluation of cropping system differences in productivity. *Agronomy Journal* 85, 898-905.
- WILSON D R, R C MUCHOW and C J MURGATROYD (1995): Model analysis of temperature and solar radiation limitations to maize potential productivity in a cool climate. *Field Crop Research* 43, 1-8.

## Ertragsleistung von Rotidee und Rotklee-Gras-Gemengen unter den Bedingungen der schleswig-holsteinischen Geest

J.-H. Teten und A. Kornher\*

### Einleitung

Um die Ertragsfähigkeit von Rotklee-Gras-Gemengen im Vergleich zu einem konventionell geführten Ackergrasbestand auf dem Standort "Geest" einordnen zu können, ist es von Interesse, die beim Anbau reiner Grasbestände notwendige N-Düngermenge zu kennen, die erforderlich ist, um gleiche Energieerträge zu erzielen wie von ungedüngten Klee-Grasbeständen oder reinen Kleebeständen. Derartige äquivalente Energieerträge können aus den Ergebnissen des im Folgenden kurz dargestellten N-Steigerungsversuches abgeleitet werden. Der Versuch sollte klären, inwieweit die Leistungen von Rotklee-Gras-Gemengen durch die Faktoren Begleitgras und Nutzungshäufigkeit beeinflusst werden. Da NEL-Erträge den Qualitätsparameter NEL-Gehalt einbeziehen, sind qualitative Aspekte der betrachteten Regime (drei- und viermalige Nutzung) berücksichtigt.

### Material und Methoden

Versuchstandort	Karkendamm bei Bad Bramstedt		
Bodenart	humoser Sand		
Bodentyp:	Gleypodsol		
Niederschlag (1.3-30.10):	1993	1994	Durchschnitt
	567mm	619mm	538mm
Versuchsanlage:	dreifaktorielle Spaltanlage mit drei Wiederholungen		
Versuchsansaat	August 1992 (Blanksaat)		
	Parzellengröße 24 m <sup>2</sup>		
	Vorfrucht: Winterroggen		
	1.Hauptnutzungsjahr (1.HNJ): 1993		
	2.Hauptnutzungsjahr (2.HNJ): 1994		
Pflanzenmaterial:	Art	Sorte	Abk.
	Rotklee	Lero	(RK)
	Deutsches Weidelgras	Fennema	(DW)
	Welsches Weidelgras	Lema	(WW)
	Knaulgras	Baraula	(KG)
Nutzungsregime:	3- bzw. 4-Schnittnutzung		
N-Düngung:	3-Schnittnutzung:	0 bis 340 kg N/ha/Jahr	
	4-Schnittnutzung:	0 bis 480 kg N/ha/Jahr.	

### Ergebnisse

Der Gleichgewichtsertrag zwischen den Reinsaat der Gräser mit einer Stickstoffdüngung und den entsprechenden Gemengen ohne Düngung lag in beiden Nutzungsjahren im Bereich von 51,8 bis 71,5 GJ NEL/ha (Tab.1, rechts). Die bei der Reinsaat erforderliche N-Düngung um diesen Ertrag zu erreichen (Abb.1), lag zwischen 160 bis 220 kg N/ha/Jahr.

\*Institut für Pflanzenbau und Planzenzüchtung, Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität Kiel, Holzkoppelweg 2, D-24118 Kiel

Extreme waren beim Welschen Weidelgras zu beobachten. Im ersten Nutzungsjahr mußten bei dreimaliger Nutzung ca. 240 kg N/ha gedüngt werden um einen dem Gemenge entsprechenden Ertrag von 53 GJ NEL/ha zu erreichen. Im zweiten Nutzungsjahr reichten bei viermaliger Nutzung ca. 130 kg N/ha für einen gleichwertigen Gemengeertrag von 59,1 GJ NEL/ha. Die Reinsaat des Rotklee erbrachte einen NEL-Ertrag von 45,8- 65,3 GJ NEL.

Das Ergebnis wurde weder durch den Faktor Begleitgras noch durch den Faktor Nutzungshäufigkeit signifikant beeinflußt.

Tabelle 1: Funktionale Beziehungen zwischen Stickstoffdüngung und NEL-Ertrag (in GJ NEL) der Reinsaat der Gräser mit den NEL-Erträgen der entsprechenden Gemenge ohne N-Düngung im ersten und zweiten Hauptnutzungsjahr.

Regime	Art	1. Hauptnutzungsjahr (1993)	B	Gemenge
3	DW	$GJ\ NEL = 14,709^{**} + 0,1869^{***} x$	0,91	53,9
3	WW	$GJ\ NEL = 16,057^{**} + 0,1536^{***} x$	0,92	53,0
3	KG	$GJ\ NEL = 12,023^{**} + 0,3016^{***} x - 0,000439^{**} x^2$	0,96	51,8
3	Rotklee	$GJ\ NEL = 45,764$		
4	DW	$GJ\ NEL = 10,683^{**} + 0,2989^{***} x - 0,000260^{**} x^2$	0,98	52,8
4	WW	$GJ\ NEL = 13,714^{***} + 0,2876^{***} x - 0,000287^{***} x^2$	0,98	58,3
4	KG	$GJ\ NEL = 12,968^{***} + 0,2877^{***} x - 0,0003^{***} x^2$	0,98	59,4
4	Rotklee	$GJ\ NEL = 54,938$		
2. Hauptnutzungsjahr (1994)				
3	DW	$GJ\ NEL = 15,30^{*} + 0,4438^{**} x - 0,000768^{*} x^2$	0,88	71,5
3	WW	$GJ\ NEL = 18,04^{*} + 0,3670^{**} x - 0,00055^{*} x^2$	0,91	60,0
3	KG	$GJ\ NEL = 15,51^{***} + 0,3450^{***} x - 0,000551^{***} x^2$	0,98	54,2
3	Rotklee	$GJ\ NEL = 65,268$		
4	DW	$GJ\ NEL = 13,366^{*} + 0,3659^{***} x - 0,000454^{**} x^2$	0,92	63,7
4	WW	$GJ\ NEL = 17,971^{***} + 0,3904^{***} x - 0,000575^{***} x^2$	0,97	59,1
4	KG	$GJ\ NEL = 16,621^{***} + 0,2699^{***} x - 0,000283^{***} x^2$	0,97	54,4
4	Rotklee	$GJ\ NEL = 61,744$		

### Zusammenfassung

Das Ertragsniveau von Rotklee und Rotklee-Gras-Gemengen auf einem typischen Sandstandort der schleswig-holsteinischen Geest lag ohne N-Düngung zwischen 45 und 71 GJ NEL/ha/Jahr. Signifikante Ertragsunterschiede in Abhängigkeit vom Gemengepartner und vom Nutzungsregime konnten nicht festgestellt werden.

Um mit dem Grasbestand einen dem Gemenge entsprechenden NEL-Ertrag zu erreichen, mußten zwischen 130 und 240 kg N/ha im Jahr appliziert werden.

Regime	Art/Gemenge	1. Hauptnutzungsjahr (1993)	r <sup>2</sup>
3	DW	GJ NEL = 14,709** + 0,1869*** x	r <sup>2</sup> = 0,91
3	WW	GJ NEL = 16,057** + 0,1536*** x	r <sup>2</sup> = 0,92
3	KG	GJ NEL = 12,023** + 0,3016*** x - 0,000439** x <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> = 0,96
4	DW	GJ NEL = 10,683** + 0,2989*** x - 0,000260** x <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> = 0,98
4	WW	GJ NEL = 13,714*** + 0,2876*** x - 0,000287*** x <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> = 0,98
4	KG	GJ NEL = 12,968*** + 0,2877*** x - 0,0003*** x <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> = 0,98
3	Rotklee	GJ NEL = 45,764	
4	Rotklee	GJ NEL = 54,938	
3	RK x DW	GJ NEL = 48,940*** + 0,0572* x	r <sup>2</sup> = 0,36
3	RK x WW	GJ NEL = 59,206***	r <sup>2</sup> = 0,00
3	RK x KG	GJ NEL = 50,109*** + 0,0316* x	r <sup>2</sup> = 0,47
4	RK x DW	GJ NEL = 54,735*** + 0,0755*** x	r <sup>2</sup> = 0,71
4	RK x WW	GJ NEL = 59,212*** + 0,0597** x	r <sup>2</sup> = 0,62
4	RK x KG	GJ NEL = 59,684*** + 0,0256* x	r <sup>2</sup> = 0,28
		2. Hauptnutzungsjahr (1994)	
3	DW	GJ NEL = 15,30* + 0,4438** x - 0,000768* x <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> = 0,88
3	WW	GJ NEL = 18,04* + 0,367** x - 0,00055* x <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> = 0,91
3	KG	GJ NEL = 15,51*** + 0,345*** x - 0,000551*** x <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> = 0,98
4	DW	GJ NEL = 13,366* + 0,3659*** x - 0,000454** x <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> = 0,92
4	WW	GJ NEL = 17,971*** + 0,3904*** x - 0,000575*** x <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> = 0,97
4	KG	GJ NEL = 16,621*** + 0,2699*** x - 0,000283*** x <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> = 0,97
3	Rotklee	GJ NEL = 65,268	
4	Rotklee	GJ NEL = 61,744	
3	RK x DW	GJ NEL = 71,368*** - 0,1623* x + 0,000556* x <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> = 0,52
3	RK x WW	GJ NEL = 59,502*** + 0,0510* x	r <sup>2</sup> = 0,39
3	RK x KG	GJ NEL = 51,949*** + 0,0707*** x	r <sup>2</sup> = 0,78
4	RK x DW	GJ NEL = 61,608*** + 0,065*** x	r <sup>2</sup> = 0,71
4	RK x WW	GJ NEL = 58,668*** + 0,0571** x	r <sup>2</sup> = 0,59
4	RK x KG	GJ NEL = 53,579*** + 0,0449* x	r <sup>2</sup> = 0,73

## Literatur

- JOHANSEN, B. R., 1984: Influence of nitrogen on yield and botanical composition in monokultures and mixtures of red clover and three grass species. Proc. 10th Meeting Europ. Grass!. Fed., 186-191
- MEINSEN, CH., 1983: Pflanzenbauliche Aspekte der Ertragsprogrammierung beim Anbau von Rotklee und Rotklee gras: Arbeit aus d. Sekt. Meliorationswesen u. Pflanzenproduktion, Wissenschaftsbereich Pflanzenbau u. Grünland d. Wilhelm-Pieck-Univ. Rostock. Akad. d. Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Berlin, 129 Seiten.
- SCHMUDE, D. UND CH. MEINSEN, 1991: Stickstoffdüngung zu Rotklee- Einfluß auf Ertrag, Stickstoffentzug und N<sub>2</sub>-Fixierung sowie der NOrDynamik im Boden. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 4, 147-150. WACHENDORF, M., 1995: Untersuchungen zur Ertrags- und Qualitätsentwicklung von Rotklee und Rotklee gras in Abhängigkeit von der Nutzungsfrequenz, der Stickstoffdüngung und der Grasart Diss., Kiel.

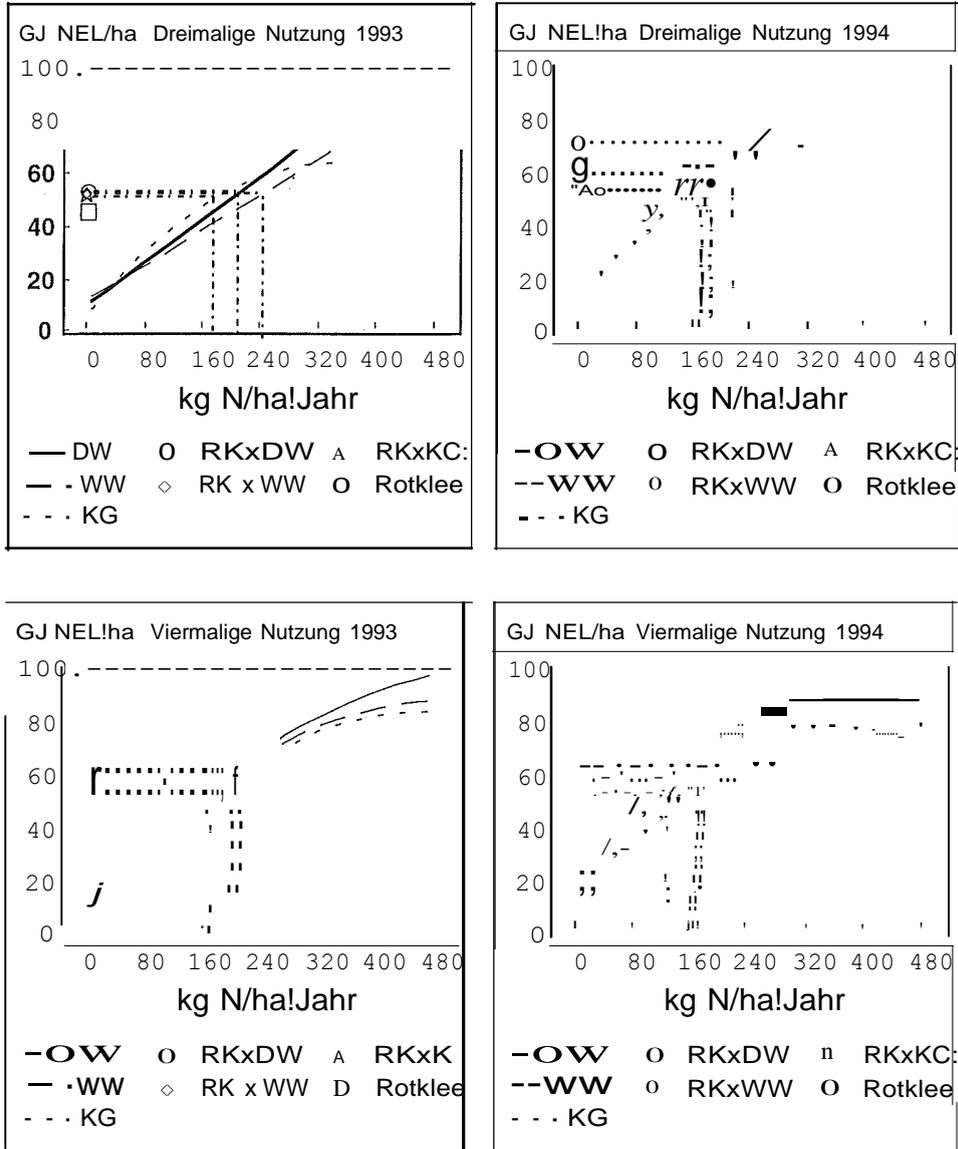


Abb.1: Stickstoffproduktionsfunktionen des NEL-Ertrages der reinen Ackergäser und die NEL-E1träge der 0-Varianten des reinen Rotklee und der Rotklee-Gras-Gemenge mit abgetragenen Äquivalenterträgen im ersten Hauptnutzungsjahr (links) und im zweiten Hauptnutzungsjahr (rechts).

## Qualität von Rotklee-Gras-Gemengen in Abhängigkeit vom Kleeanteil, Begleitgras und Bestandesalter

R. Loges, R. Wulfes, A. Kornher und F. Taube\*

### Einleitung

Rotklee gras stellt in zahlreichen organisch wirtschaftenden Betrieben sowohl die wichtigste Stickstoffquelle als auch die Basis der Winterfuttermittellversorgung dar. Zahlreiche Untersuchungen (KÖNEKAMP, 1957; HEICHEL et al., 1985; und LOGES et al.; 1996) weisen auf eine Beeinflussbarkeit des Stickstoffertrages und des Stickstoffgehaltes der Ernterückstände durch die Faktoren: Kleeanteil in der Saatmischung, Begleitgrasart sowie Nutzungsdauer der Bestände hin. Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Prüfung des Einflusses der genannten Faktoren auf die Futterwertparameter Nettoenergieertrag, Rohproteingehalt und Verdaulichkeit der organischen Masse bei unterlassener Stickstoffdüngung.

### Material und Methoden

Der zugrundeliegende Feldversuch wurde auf dem Versuchsbetrieb Hohenschulen der Universität Kiel [(östliches Hügelland; Bodenart/-typ: sL / lessivierte Braunerde aus Würmgeschiebelehm / 50-55 BP; 0-Jahresniederschlag: 716 mm (1995: 681 mm); 0-Jahrestemperatur: 7,8 °C (1995: 8,7 °C)] in den Jahren 1994- 96 im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 192 als Spaltanlage mit 4 Wiederholungen mit folgenden Versuchsfaktoren durchgeführt:

#### 1. Saatmischungsverhältnis:

100% Rotklee 'Maro', 4n, (RK):	12 kglha
67% Rotklee+ 33% Gras:	8 kglha + 10 kglha
33 % Rotklee + 67 % Gras:	4 kg/ha + 20 kglha
100% Gras:	30 kglha

#### 2. Begleitgrasart:

Welsches Weidelgras 'Malmi', 4n, (WW)  
Deutsches Weidelgras 'Mandat', 4n, (DW)

#### 3. Bestandesalter:

1-j. Futterbau im Ansaatjahri	Ansaat Frühjahr 1995	1995: 3-Schnittnutzung (AJ-F)
1. Hauptnutzungsjahr I	Ansaat Herbst 1994	1995: 4-Schnittnutzung (1. HNJ-H)
1. Hauptnutzungsjahr I	Ansaat Frühjahr 1994	1995: 4-Schnittnutzung (1. HNJ-F)
2. Hauptnutzungsjahr I	Ansaat Herbst 1993	1995: 4-Schnittnutzung (2. HNJ-H)

---

\*Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Lehrstuhl Grünland und Futterbau, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Holzkoppelweg 2, 24118 Kiel

In den Jahren 1994 - 96 wurden zu den 4 Schnittzeitpunkten folgende Parameter ermittelt: Kleeanteil im Trockenmasseertrag, Energieertrag (NEL), Rohproteingehalt (NIRS, Kjeldahl) sowie die Verdaulichkeit der organischen Masse (NIRS, (FRIEDEL und POPPE, 1990)).

### Ergebnisse

In der Abbildung 1 sind die durch Bestandesalter, Begleitgras und Saatmischungsverhältnis beeinflussten Kleeanteile im Jahrestrockenmasseertrag des Jahres 1995 dargestellt. Unabhängig von Begleitgrasart und Saatmischungsverhältnis ist mit zunehmendem Bestandesalter eine Zunahme des Klee-Ertragsanteiles zu beobachten. Deutsches Weidelgras als Begleitgras führt zu höheren Kleeanteilen im Trockenmasseertrag als das Welsche Weidelgras. Die durch die Saatmischung hervorgerufene Variation des Kleeanteiles im Trockenmasseertrag verringert sich mit zunehmendem Bestandesalter.

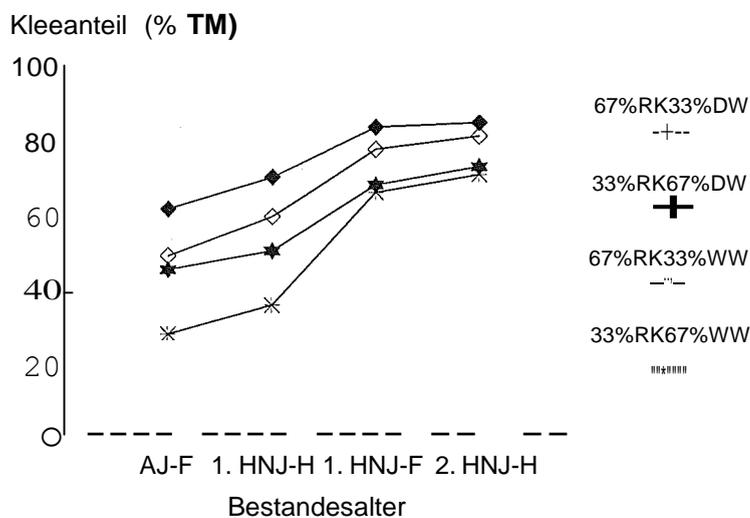


Abb.1: Kleeanteile im Jahrestrockenmasseertrag der Gemenge (1995) in Abhängigkeit vom Bestandesalter, Begleitgras und Saatmischungsverhältnis

Abbildung 2 zeigt den Einfluß des Saatmischungsverhältnisses auf den Energieertrag sowie die Verdaulichkeit und den Rohproteingehalt im TM-Ertrag des Jahres 1995. Im Falle der Klee- und Klee grasbestände führen höhere Kleeanteile in der Saatmischung, bei gleichen Energieerträgen, zu höheren RP-Gehalten im Gesamtbestand. Die Verdaulichkeit des Gesamtbestandes bleibt hierbei unbeeinflusst.

Betrachtet man die Verdaulichkeit der Einzelfractionen Gras und Klee in Tabelle 1, zeigt sich, daß mit ansteigendem Kleeanteil in der Ausaatmischung die Verdaulichkeit der Klee fraction zunimmt, während dazu gegenläufig die Verdaulichkeit der Gras fraction abnimmt.

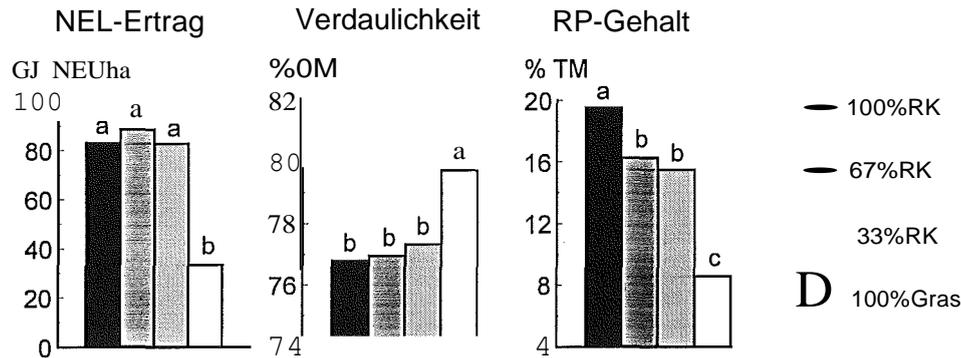


Abb. 2: Einfluß des Saatmischungsverhältnisses auf die Qualität des Gesamtbestandes (1995, Mittel 2 Begleitgrasarten, 4 Bestandesaltersstufen)

Tab. 1: Einfluß des Saatmischungsverhältnisses auf die Qualität der Einzelfractionen (1995, Mittel 2 Begleitgrasarten, 4 Bestandesaltersstufen)

Kleeanteil der Saatmischung (% der Reinsaatmenge)	Grasfraktion		Kleebraktion	
	Verdaulichkeit %OM	RP-Gehalt %TM	Verdaulichkeit %OM	RP-Gehalt %TM
100			76,81 a	19,50
66	78,03 c	11,73 a	76,18 b	19,00
33	78,93 b	11,39 a	75,50 c	18,97
0	79,72 a	8,56 b		
GD 0.05	0,77	1,39	0,62	
si n.	***	***	***	ns

In Abbildung 3 ist der Einfluß des Bestandesalters auf den Energieertrag, sowie die Verdaulichkeit und den Rohproteingehalt im TM-Ertrag des Jahres 1995 dargestellt. Zunehmendes Bestandesalter führt zu steigenden Energieerträgen. Die beschriebenen Zunahmen des Klee-Ertragsanteiles haben nur geringen Einfluß auf die Verdaulichkeit sowie auf den Rohproteingehalt des Jahrestrockenmasseertrages.

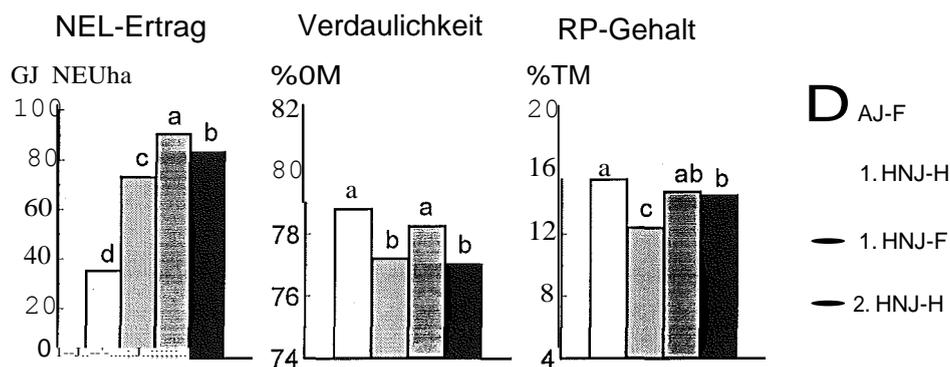


Abb. 3: Einfluß des Bestandesalters auf die Qualität des Gesamtbestandes (1995, Mittel 2 Begleitgrasarten, 4 Saatmischungsverhältnisse)

Betrachtet man die durch das Bestandesalter beeinflussten Verdaulichkeiten der Klee- und Grasfraktionen in Tabelle 2, so zeigt sich mit zunehmender Nutzungsdauer der Bestände eine Verringerung der Verdaulichkeit der Grasfraktion während, dazu gegenläufig, die Klee- fraktion der 2-jährig genutzten Bestände (1. HNJ-F und 2. HNJ-H) höhere Verdaulichkeiten aufweisen, als die nur einjährig genutzten.

Tab. 2: Einfluß des **Bestandesalters** auf die Qualität der **Einzelfraktionen** (1995, Mittel2 Begleitgrasarten, 4 Saatmischungsverhältnisse)

Bestandesalter	<b>Grasfraktion</b>		<b>Klee- fraktion</b>	
	Verdaulichkeit % OM	RP-Gehalt % TM	Verdaulichkeit % OM	RP-Gehalt % TM
AJ-F	81,23 a	13,21 a	75,18 c	19,57 a
1. HNJ-H	78,55 b	8,51 c	74,82 c	18,75 b
1. HNJ-F	78,65 b	10,13 b	77,43 a	19,49 a
2. HNJ-H	77,14 c	10,39 b	76,70 b	18,56 b
GD 0.0s	0,98	1,76	0,75	0,84
s1 n.	***	***	***	**

Welches Weidelgras als **Begleitgras** führt bei geringeren RP-Gehalten über höhere Verdaulichkeiten zu höheren Energieerträgen des Gesamtbestandes. Die Qualität des Klees wird durch die Begleitgrasart nicht beeinflusst (ohne Abbildung).

### Schlußfolgerung

Einflußfaktoren, die den N-Input in rotklee- grasbasierten Futterbausystemen beeinflussen, zeigen auch deutlichen Einfluß auf die Futterqualität und sind in der Anbauplanung mit zu berücksichtigen.

### Literatur

- HEICHEL, G. H., C. P. VANCE, D. K. BARNES and K. I. HENJUM, 1985: Dinitrogen Fixation and N and Dry Matter Distribution during 4 Year Stands of Birdsfoot Trefoil and Red Clover. Crop Sei. 25, 101- 105.
- KÖNEKAMP, A. H. 1957: Die Rolle von Klee und Gras bei der Humusversorgung der Böden. Z. Acker- u. Pflanzenbau 104, 89- 102
- LOGES, R.; A. KORNER, and F. TAUBE, 1996: Nitrogen in Crop and Crop Residues of Red Clover/Grass Mixtures. 11th IFOAM International Scientific Conference, Kopenhagen
- FRIEDEL, K und S. POPPE, 1990: Ein modifiziertes Zellulaseverfahren als Methode zur Schätzung der Verdaulichkeit von Grobfutter. G4-Bericht, WPU Rostock, WB Tierernährung, 150 pp.

## **Praxisorientiertes Informations- und Analysesystem für Leguminosen in Europa**

K. Aabbar und J. Issestein \*

### **Einleitung und Zielsetzung**

Die Nutzbarkeit von Pflanzenarten bzw. genetischen Ressourcen hängt weitgehend von der zentralen Verfügbarkeit von Informationen zur Biologie und zum Nutzungspotential ab. In laufendem Projekt werden Informationen von über 200 Leguminosenarten in Europa zusammengestellt und in einer Datenbank aufbereitet. Ziel ist die Analyse des Datenmaterials; dabei sollen Zusammenhänge zwischen Arteigenschaften, natürlicher Verbreitung, Nutzungspotential und Standorteigenschaften aufgezeigt werden. Außerdem sollen die Informationen praktisch verwertbar sein. Auswahl und Beurteilung geeigneter Pflanzenarten wird nach zahlreichen Kriterien möglich.

### **Vorgehensweise**

#### 1. Auswahl der Arten

Für die Artenwahl kamen folgende Kriterien zum Tragen:

- als Kulturpflanze bekannte Arten
- Industriepflanzen (z.B. Indigo)
- züchterisch vielversprechende Arten und solche mit besonderen Merkmalen (Inhaltsstoffe, Morphologie)
- bisher züchterisch nicht bearbeitete Leguminosen von extensivem Grünland (z.B. Halbtrocken- und Trockenrasen)

#### 2. Aufbau der Datenbank

- Literaturrecherche
- Erarbeitung von Schlüsseln bzw. Skalen zur Quantifizierung von Merkmalen und Eigenschaften sowie Datenaufnahme (siehe Tabelle 1)

#### 3. Prüfung und Bewertung der Funktionsfähigkeit der Datenbank

##### Funktionsfähigkeit der Datenbank

Die Datenaufnahme, Merkmalerfassung und deren Klassifizierung sowie die Strukturierung der Datenbank sind bislang nicht abgeschlossen. Die Erfassung des Datenmaterials erfolgt unter Zuhilfenahme des Datenbankprogramms ACCESS. Anhand von zwei Beispielen wird die Nutzbarkeit der Datenbank dargestellt. Nach dem Öffnen des Programms wird das Formular "Hauptdialog", siehe Abb. 1, ausgewählt. Bei Wahl einer der Befehlsschaltflächen wird die gekennzeichnete Aktion ausgeführt.

---

• Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung **II**- Grünlandwirtschaft und Futterbau-der Justus-Liebig-Universität Gießen, Ludwigstr. 23, 35390 Gießen

Tab. 1: Erfasste Merkmale und Merkmalskodierung

Merkmale	Merkmalskodierung oder weiter Unterteilung der Merkmale
<b>Biologische Merkmale</b> Wild-, Kulturpflanze Systematik, Variabilität, Art, Unterart Vergesellschaftung, geogr. Verbreitung Genom, Variabilität, Ploidie Rhizobien-Arten, Stämme TKG Keimbiologie Blühbiologie Lebensdauer Wuchstyp	Informationen zu diesen Merkmalen sind abrufbar, aber unkodiert als Text gespeichert  1=Lichtkeimer, 2=Dunkelkeimer, 3=Indifferent 1=Selbstbefruchter, 2=Fremdbefruchter, 3=beides 1=annuell, 2=ein- und zwei- bzw. mehrtjährig, 3=zweijährig, 4=ausdauernd 1=niederliegend, 2=intermediär, 3=aufrecht, 4=rankend
<b>Standort- und Klimaansprüche</b> Bodenart pH-Wert Kalkbedürfnis Salztoleranz Wärmebedürfnis Feuchtigkeit Nährstoffbedarf	S, IS, sL, L, tL, IT, T 1=sauer, 2=schwach sauer, 3=neutral, 4=schwach alkalisch 1=kalkfliehend, 2=indifferent, 3=kalkstet 1=salzfliehend, 2=indifferent, 3=salztolerant, 4=keine Angabe 1=hoch, wärmeliebend, 2=mittel, 3=winterhart 1=gering, dürreverträglich, 2=mittel, 3=hoch, staunässeverträglich 1=gering, 2=mittel, 3=hoch
<b>Nutzungsformen</b> 1=Futterpflanze 2=Landschaftspflege 3=Arznei- und Gewürzpflanze 4=Industriepflanze	Körnernutzung, Grünfutter Windschutz, Bodenverbesserung, Erosionsschutz, Bienenweide, Zierpflanze
<b>Nutzungsmerkmale</b> Verbreitung des Anbaus, ökonomische Bedeutung	
Futterwerteigenschaften, wertgebende Inhaltsstoffe Ertragsvermögen Antinutritive Substanzen Besondere Inhaltsstoffe, die für die industrielle Nutzung von Interesse sind	Proteingehalt (% RP), Energiegehalt (MJ NEL, StE), Futteraufnahme, Verdaulichkeit TS-Ertrag (dt/ha), Samenertrag (kg/ha), Jugendentwicklung (1=rasch, 2=verzögert), Konkurrenzkraft (1=gering, 3=hoch), Wüchsigkeit/Produktivität (1=gering, 2=mittel, 3=hoch), N-Fixierung (kg/ha) Alkaloide, Glycoside, Andere Farbstoffe, Fasern, Öle, Fette etc.

## Erstes Beispiel: Wissenschaftliche Nutzung

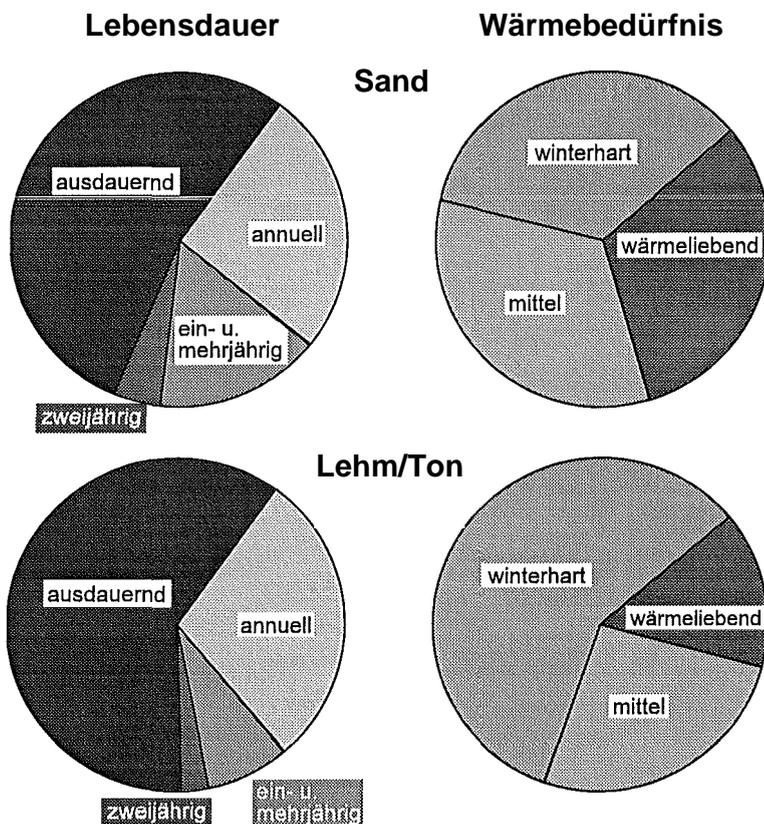
### Fragestellung:

Es soll die Verteilung der Lebensdauer bzw. des Wärmebedürfnisses aller auf sandigen Böden im Vergleich zu allen auf Lehmig/tonigen Böden verbreiteten Arten in Form eines Kreisdiagramms dargestellt werden. Die Option "sandige Böden" bzw. "lehmig/tonige" wurde hier vorgegeben. Die Kriterien sind erweiterbar und die Ausgabe der Ergebnisse könnte auch in anderer Form erfolgen. Es werden die entsprechenden Befehlsschaltflächen angewählt. Abb. 2 kann als Ergebnis ausgedruckt werden.

Abb. 1: Formular mit Befehlsschaltflächen

The screenshot shows a software interface with two sections, 'Erstes Beispiel' and 'Zweites Beispiel'. Each section contains buttons for 'Diagramm anzeigen' and 'Diagramm drucken'. The 'Zweites Beispiel' section also includes buttons for 'Bericht zu Beispiel 2 öffnen' and 'Bericht zu Beispiel 2 drucken'. Small icons next to the buttons indicate their status or type.

Abb. 2: Häufigkeitsverteilung der Arten in den Merkmalen Lebensdauer und Wärmebedürfnis



## Zweites Beispiel: Praktische Anwendung

## Fragestellung:

Leguminosenarten zur Landschaftspflege auf sauren, sandigen Böden werden gesucht. Außerdem soll es sich um ausdauernde Arten mit einem mittleren Wärmebedürfnis und Dürreverträglichkeit handeln. Die Kriterien Hauptnutzung und Lebensdauer werden durch einen automatisch erscheinenden Dialog erfragt. Die aufgrund der Optionen gefilterten Arten werden in Form eines Berichts mit weiteren Informationen zu den Merkmalen Wuchstyp und Vergesellschaftung angezeigt (siehe Tabelle 2). Das Ergebnis läßt sich auch graphisch umsetzen.

Tab. 2: Darstellung einer winterharten Art, die für saure, sandige Böden ausgewählt wurde

<b>Gattung</b> Genista	<b>Art:</b> sagittalis
<b>Nutzung:</b> 2	<b>weitere Nutzungen:</b> 2
<b>Bodenart:</b> S, L,	<b>Kalkbedürfnis:</b> 1,2
<b>Feuchtigkeit:</b> 1	<b>Wärmebedürfnis:</b> 3
<b>Lebensdauer:</b> 4	<b>Wuchstyp:</b> 1
<b>Vergesellschaftung:</b> schwache Molinietalia-Ord.char..., Nardo-Callunetea- u. Trif.-Geranietea-Ges., in Mesobrometen, Querceten[1] in Gesellsch. von Agrostis capillaris und anderen Ginstern, in Callunaheiden [63]	

## Ausblick

Die jetzt noch im Aufbau befindliche Datenbank ermöglicht einen schnellen Zugriff auf die vielfältigen, aus der Literatur erfaßten Informationen. Eine Auswertung soll Zusammenhänge zwischen verschiedenen Merkmalen aufzeigen. Die Erfassung der Informationen erfolgt so, daß ein Zugriff auf die in Frage kommenden Literaturangaben möglich wird. Das Prinzip dieses Datenbanksystems ist auf andere vergleichbare Fragestellungen übertragbar.

## Maisertrag nach Mulch- und Direktsaat

J. Pickert, R. Schuppenies \*und D. Hölzel \*\*

### Einleitung

Auf den Sandstandorten Nordostdeutschlands ist der Mais wegen der relativ geringen Niederschlagsmengen -in Paulinenaue ca. 550 mm pro Jahr im langjährigen Mittel- in den meisten Jahren trockenstreBgefährdet. Einer wasserschonenden Frühjahrsbestellung durch Minderung der Bodenbearbeitungsintensität kommt hier eine besonders große Bedeutung zu. Darüber hinaus wird das Maiswachstum besonders in den Niederungen während der Jugendentwicklung oft durch die kühle Witterung beeinträchtigt. Die Bodenerwärmung fördernde Maßnahmen wären angebracht.

Zwischenfrüchte beeinflussen durch ihr zumeist ausgedehntes und tiefreichendes Wurzelsystem und die je nach Verfahrensgestaltung an der Bodenoberfläche vorhandene Pflanzendecke besonders im Frühjahr den Luft-, Wasser- und Wärmehaushalt des Bodens. Einerseits wirken sie dem für Sand typischen, schnellen und übermäßigen Absetzen des Bodens entgegen und mindern gleichzeitig die Verdunstung. Andererseits verzögert sich die Erwärmung des Standortes, wenn die Pflanzendecke der Zwischenfrüchte während der Bestellung weitgehend erhalten bleibt.

Es war das Ziel der Untersuchungen, den Einfluß der Bestellvariante nach Zwischenfruchtanbau auf den Ertrag von Silomais unter den Bedingungen eines nordostdeutschen Sandstandortes zu prüfen.

### Material und Methoden

Die Versuche wurden auf Sandboden auf einem Niederungsstandort am Rande des Havelländischen Luches in Paulinenaue auf zwei Schlägen (Versuchsfläche 1: S bis Sl 3 Al, Ackerzahl 33, Humusgehalt 1 bis 2 % und Versuchsfläche 2: S 3 Al Ackerzahl 30, Humusgehalt 2 bis 6 %) durchgeführt. Die Versuchsfläche steht nur über Winter unter Grundwassereinfluß. Von den Versuchsjahren waren besonders 1989, 1990 und 1994 kälte- bzw. trockenheitsbedingt ungünstig für das Maiswachstum.

Als Zwischenfrüchte wurden die abfrierenden Arten Ölrettich, Senf und Phacelia ausgewählt und nach Saatsfurche standortangepaßt angebaut.

Im Versuch A (1989 und 1990) wurden die Maiserträge folgend auf die Zwischenfrucht Ölrettich nach Frühjahrsfurche, nach Schwergrubbereinsatz und nach Mulchsaat mit Fräse im Vergleich zum Standard "Herbstfurche" in einer Langparzellenanlage  $k=2$  auf der Versuchs-

---

\* Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue e. V., 14641 Paulinenaue  
 \*\* Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung e. V., 15374 Müncheberg. Die Versuchsergebnisse entstammen der Tätigkeit Dr. Hölzels am damaligen Institut für Futterproduktion Paulinenaue.

fläche 1 verglichen. Die Saatbettbereitung in der Variante Mulchsaat wurde mit einer Fräse 10 bis 12 cm tief durchgeführt. Der Mais wurde mit herkömmlicher Legetechnik in einem Reihenabstand von 70 cm angebaut. Die Beerntung erfolgte in 4facher Wiederholung je Prüf-  
glied.

Die Prüfung der Wirkung der Saatbettbereitung bei der pfluglosen Maisbestellung (Versuch B) erfolgte in Kombination mit verschiedenen N-Düngungsvarianten zu den Zwischenfrüchten und zu Mais in einer zweifaktoriellen Streifenanlage mit 4 Wiederholungen auf der Versuchsfläche 2. Als Zwischenfrüchte kamen Senf und Phacelia über drei Jahre (1992-1994) zum Einsatz. Die Saatbettbereitung in der Variante "Mulchsaat" wurde wie im Versuch A mit der Fräse vorgenommen. Der Mais wurde mit einem Direktsaatgerät (Doppelscheibenschar + Coulterscheibe) bei 75 cm Reihenabstand gelegt.

Die Darstellung der Stickstoff-Wirkung ist nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

### Ergebnisse

Silomaisanbau nach Frühjahrsfurche führte im Vergleich aller Varianten zu den geringsten Erträgen (Tabelle 1).

In Kombination mit dem Anbau einer Zwischenfrucht wurden nach pflugloser Bodenbearbeitung etwa die gleichen Silomaiserträge erzielt, wie nach Herbstfurche.

Unter den beiden pfluglosen Varianten wies die Mulchsaat nach Einsatz einer Fräse geringere Ertragsschwankungen auf als die Maisbestellung nach Schwergrubberanwendung.

Tabelle 1

Silomaiserträge (Relativerträge, Gesamtpflanze) nach Zwischenfrucht Ölrettich und verschiedenen Bodenbearbeitungsvarianten im Vergleich zur Herbstfurche -Versuch A-

Bodenbearbeitungsvariante		1989	1990	1989/90
Herbstfurche (Standard)	%	100	100	100
Frühjahrsfurche	%	86	88	87
Schwergrubber	%	108	89	99
Mulchsaat(Fräse)	%	109	98	103
Mittel der Standards	dt TS/ha	77,1	86,4	81,8

Im pfluglosen Bestellverfahren wurden mit Mulchsaat m abgestorbene Zwischenfruchtbestände insgesamt höhere Maiserträge erzielt als ohne Zwischenfrucht (Tabelle 2).

Zwischen den Zwischenfruchtarten gab es keine eindeutig gerichteten Ertragsdifferenzen.

Tabelle 2  
 Maiserträge <sup>1</sup> (dt TS/ha, Gesamtpflanze) nach verschiedenen Zwischenfrüchten <sup>2</sup>  
 bei Mulchsaat (M) und Direktsaat (D) -Versuch B-

Zwischenfrucht	1992		1993		1994	
	M	D	M	D	M	D
ohne	156,2		81,8		69,1	
Gelbsenf	175,2	178,7	80,0	76,5	71,7	65,9
Phacelia	165,6	161,1	88,2	88,0	70,2	64,6
Gelbsenf/Phacelia	170,4	169,9	84,1	82,3	71,0	65,3
GD (5%)	15,5		8,3		n.s.	

<sup>1</sup> Mittel von 3 N-Stufen;    <sup>2</sup> ohne N-Düngung

Trotz anfänglicher Rückstände in der Jugendentwicklung des Maises gab es bei Direktsaat im Vergleich zu den jeweiligen Mulchsaatvarianten keine gesicherten Ertragsunterschiede.

### Schlußfolgerungen

Die bisher vorliegenden Ergebnisse zeigen, daß auf dem Versuchsstandort in Verbindung mit einer nach Saatfurche angebauten Zwischenfrucht der Verzicht auf den Pflug bei der Bodenbearbeitung beim Silomais nicht zu Ertragseinbußen gegenüber der konventionellen Herbstfurche führt. Silomais war nach einer reduzierten Bodenbearbeitung der besonders aus der Sicht der Beanspruchung des Wasserhaushaltes problematischen Frühjahrspflugfurche ertragsüberlegen.

Im Rahmen reduzierter Bestellvarianten zu Mais erwies sich der Anbau einer Zwischenfrucht insgesamt als vorteilhaft. Bei dem Vergleich von Mulch- und Direktsaat führte eine Saatbettbereitung nicht zu höheren Silomaiserträgen.

## Zur Frage des Einflusses von Sorten **und** Bestandesführung von Winterweizen auf die Entwicklung von Grasuntersaaten in Deckfruchtbeständen

N. Brodowski und N. Lütke Entrup\*

### Problemstellung

In umweltverträglichen Anbausystemen des modernen Getreidebaus haben Begrünungsmaßnahmen zum Boden- und Gewässerschutz an Bedeutung zugenommen. Auch Aussaaten von Dauer- oder Rotationsbrachen lassen sich mit Untersaaten preisgünstig erstellen. Eine Grasuntersaat mit geringer Saatmenge und exakter Verteilung durch einen pneumatischen Düngestreuer vermindert den Aufwand gegenüber der Stoppelsaat um ca. 150-200 DM/ha (LÜTKE ENTRUP, 1993). Die Akzeptanz von Untersaatverfahren ist in der Praxis allerdings sehr gering (LÜTKE ENTRUP et al., 1995). Es fehlen offensichtlich Informationen über Wechselwirkungen im Anbausystem "Untersaaten in Winterweizen". Teilweise noch ungeklärt ist z. B. die Wirkung der Bestandesführung auf die Untersaat. Mit Hilfe der Stickstoffdüngung zu Deckfrucht könnte die Entwicklung der Untersaat begrenzt reguliert werden (MEIJER, 1987). Aus dem Grassamenbau stammen die Beobachtungen über den Einfluß von sortenspezifischen Eigenschaften der Deckfrüchte auf die erfolgreiche Entwicklung von Untersaaten. Das in diesem Zusammenhang wichtige Merkmal Lichtkonkurrenz, beeinflusst durch Triebzahl, Wuchsform, Wuchshöhe, Blattausbildung und -haltung der Deckfrucht ist in der Literatur nur wenig beschrieben.

### Untersuchungen

In der vorliegenden Untersuchung zur Prüfung des Einflusses der Bestandesführung und der Sortenwahl bei Winterweizen auf die Entwicklung von Grasuntersaaten wurden die Ergebnisse aus zwei Versuchsprogrammen eines umfangreichen Forschungsvorhabens zur Optimierung des Anbausystems "Getreide mit Untersaat" ausgewählt. Neben Grasuntersaaten wurden auch Kleearten und Klee-grasgemische als Untersaat untersucht. Für die Durchführung der Versuchsprogramme stand das Versuchsgut Merklingsen\* in der Soester Börde zur Verfügung. Im Versuchsprogramm I "Untersaaten, Sortenwahl und Bestandesführung" wurde in den Anbaujahren 1993/94 und 1994/95 untersucht, wie die verschiedenen Weizensorten durch ihr Wuchs- und Bestockungsverhalten auf die Entwicklung der Untersaaten wirken.

Durch differenzierte Bestandesführung sollten Regulationsmöglichkeiten im Weizenbestand im Hinblick auf die Untersaaten geprüft werden. Die Weizensorten wurden nach ihrer morphologischen Erscheinung ausgewählt. Die Sorte Greif ist durch eine erektophile Blatthaltung und schmale Blätter gekennzeichnet. Die Sorte Obelisk besitzt breite Blätter mit planophiler Blattstellung. Die Sorte Kontrast nimmt eine mittlere Position ein (Übersicht 1). Im Versuchsprogramm II "Sorteneignung für Untersaaten" wurde im Anbaujahr 1994/95 die Untersaateignung von Weizensorten durch die Prüfung von spezifischen Kriterien zur Sortenbeschreibung und der Konkurrenzwirkung (Lichtverhältnisse) untersucht (Übersicht 2).

---

\* Universität-GH Paderborn, Fachbereich Landbau, Lübecker Ring 2, 59494 Soest

## Übersicht 1: Untersaaten, Sortenwahl und Bestandesführung

- Versuchsanlage: Spaltanlage mit drei Wiederholungen
- Versuchsfaktoren:

### 1. Untersaaten:

Untersaatart	Saattermin	Saatstärke in kg/ha
<i>Festuca rubra</i>	nach Deckfruchtsaat	10
<i>Lolium perenne</i>	Nov./Dez.	10
<i>Latiumperenne</i>	Feb./März	10
<i>Trifolium repens</i>	Feb./März	8
<i>Latium multiflorum</i>	Anf. April	15
<i>Trifolium pratense</i>	Anf. April	8
Kontrolle ohne Untersaat		

2. Winterweizensorten: Greif Kontrast Obelisk

3. Bestandesführung (N-Düngung): Gesamt N = 180 kg/ha (ohne Nmin)

Stk kstoffdüngung m kg/ha N

	Stk kstoffdüngung m kg/ha N				
	vor Veg.beginn	EC21/25	EC 30/31	EC 37/39	EC 51
schoßbetonte Düngungsvariante	40		40	40	60
bestockungsbetonte Düngungsvariante	30	40	50		60

## Übersicht 2: Sorteneignung für Untersaaten

Versuchsanlage: Spaltanlage mit zwei Wiederholungen

- Versuchsfaktoren:

### 1. Untersaaten:

Untersaatart	Saattermin	Saatstärke in kg/ha
<i>Latiumperenne</i>	Nov./Dez.	10
<i>Latiumperenne</i>	Feb./März	10
<i>Trifolium repens</i>	Feb./März	8
Kontrolle ohne Untersaat		

2. N-Düngung: Stufe 1: 40-30-50- 120 kg N/ha Stufe 2: 40-60-50- 150 kg N/ha

3. Sorten: Haven (C), Tarnbor (A7), Ritmo (B5), Batis (A6), Greif (B4), Contra (B4), Astron (A6)  
Zentos (A8), Orestis (B5), Mikon (A7)

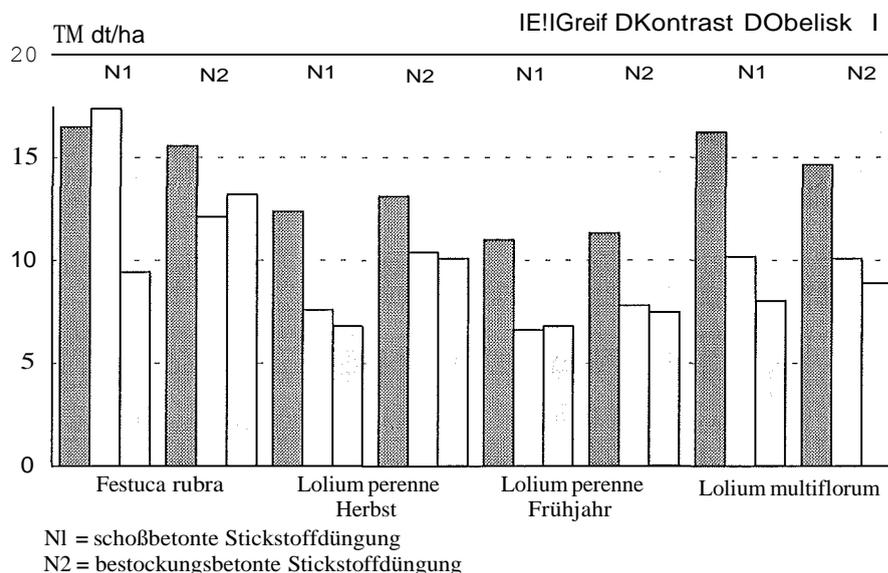
## Ergebnisse

### - Untersaaten, Sortenwahl und Bestandesführung (Versuchsprogramm I)

In Abhängigkeit von den Weizensorten kann fast durchgängig festgestellt werden, daß die Sorte Greif den höchsten Trockenmasseaufwuchs der Untersaaten zuließ. Unter der Sorte Obelisk war die Entwicklung der dargestellten Untersaaten so sehr gehemmt, daß zu Vegetationsende nur vergleichbar geringe Ertragsleistungen geerntet wurden (Abbildung 1).

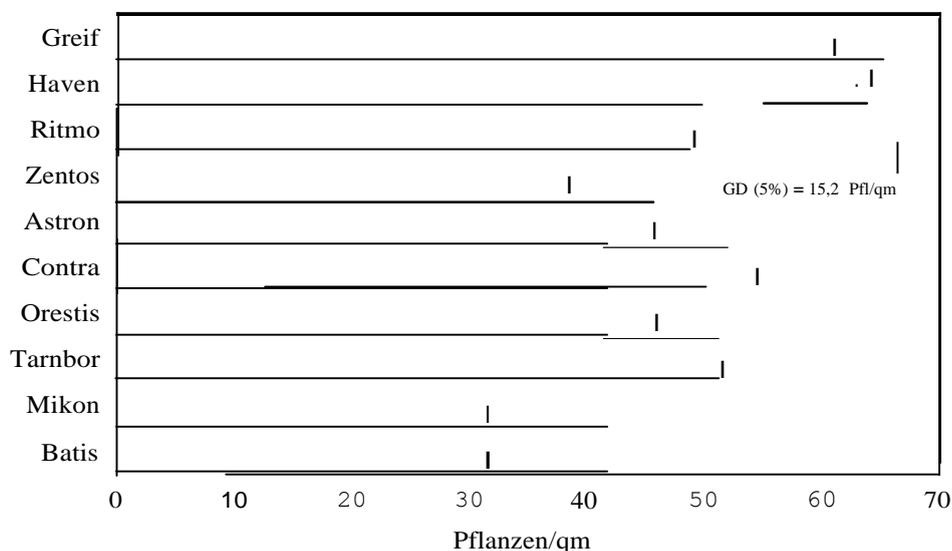
Der Einfluß der Sorten auf den Untersaataufwuchs wurde in der varianzanalytischen Verrechnung signifikant. Auch EISELE (1992) spricht morphologisch differenzierten Sorten unterschiedliche Bodenbeschattung und damit unterschiedliche Konkurrenzskraft zu.

Abbildung 1: Ertragsleistung von Untersaaten {TM/ha) in Abhängigkeit von der Untersaartart, der Weizensorte und der Bestandesführung  
Versuchsjahr 1994/95; Ernteam 06.11.1995; Standort Welper-Merklingsen



Ebenfalls signifikant konnte die Wirkung der Stickstoffdüngungsvarianten zur Deckfrucht nachgewiesen werden. Die bestockungsbetonte Düngung, N2, hatte einen niedrigeren Untersaataufwuchs zur Folge als die schoßbetonte Düngung. Durch die gezielte Förderung der Bestockung und die damit größere Anzahl ährentragender Halme wurde die Entwicklung der Untersaaten eingeschränkt. Durch die beiden Düngungsvarianten differierten die Bestandesdichten der Weizensorten 1993/94 um durchschnittlich 119 ährentragende Halme/qm und 1994/95 um durchschnittlich 50 ährentragende Halme/qm.

Abbildung 2: Untersaat Lolium perenne (Herbstaussaat), 1994/95  
Pflanzenzahl/qm in Abhängigkeit von der Winterweizensorte  
Bonitur am 18.09.1995 (Mittelwerte über 2 N-Stufen und 8 Meßwiederholungen)



### -Sorteneignung für Untersaaten (Versuchsprogramm II)

Trotz der extremen Trockenheit vor und nach der Weizenernte im Jahr 1995 sind in den schwach entwickelten Grasbeständen Differenzierungen zwischen den Sorten zu erkennen. Unter den Sorten Greif und Haven wurde die größte Anzahl von Graspflanzen pro Quadratmeter gezählt. Am geringsten war die Entwicklung von *Lolium perenne* unter den Sorten Mikon und Batis. Unter den Sorten Ritmo, Zentos, Astron, Contra, Orestis und Tarnbor wurde kein signifikanter Unterschied der Pflanzenzahlen festgestellt (Abbildung 2). Für das Gelingen einer Grasuntersaat ist in erster Linie der Lichteinfall entscheidend (KORNHER, 1970). Bei Lichtmessungen\* in den 10 Sorten zeigten sich klare Differenzierungen zwischen den Sorten. Während unter Greif im Durchschnitt von drei Meßterminen zwischen dem Blühbeginn und der Reifephase der Deckfrucht noch 5,4% der eingestrahelten Lichtmenge zur Verfügung stand, beschattete der Batis so stark, daß nur knapp 1,5% übrig blieb. VERSCHWELE (1994) stellte in seinen Untersuchungen zum unkrautunterdrückenden Potential von Winterweizensorten ebenfalls einen sortentypischen Beschattungsverlauf während der Vegetation fest.

### Fazit

Eine hohe Dichte des Deckfruchtbestandes vermindert den Untersaataufwuchs. Durch die Bestandesführung mit Hilfe der Stickstoffdüngung sind regulative Eingriffe in der Untersaat- als auch in den Deckfruchtbestand möglich.

Durch ihr Wuchs- und Bestockungsverhalten unterscheiden sich die geprüften Weizensorten in der Beschattung, was sich in den Untersaatbeständen widerspiegelt.

Weizensorten mit üppiger vegetativer Entwicklung und planophiler Blatthaltung lassen weniger Untersaatwachstum zu als Sorten mit geringer vegetativer Entwicklung und erektophiler Blatthaltung.

Die Sorten Mikon und Batis sind für Untersaaten weniger geeignet. Die Sorten Greif, Haven und Ritmo können dagegen als geeignet beschrieben werden.

### Literatur (Auswahl)

- EISELE, J.-A. (1992): Sortenwahl bei Winterweizen im Organischen Landbau unter besonderer Berücksichtigung der morphologisch bedingten Konkurrenz gegenüber Unkräutern. Diss. Bonn
- KORNHER, A. (1970): Über den Einfluß einer Deckfrucht auf das Wachstum von Wiesenschwingel und Rotklee mit besonderer Berücksichtigung von Beschattung und Stickstoffdüngung. Institut für Pflanzenbau der Universität Upsala, Schweden
- LÜTKE ENTRUP, N. (1993): Mit Untersaaten kostengünstig begrünen. top agar, (3), S. 86-91
- LÜTKE ENTRUP, N., HENSCHKE, H.-U., BRODOWSKI, N., KERSTIN, D. (1995): Umweltrelevante Verhaltensmuster der Landwirte- Umsetzungsstrategien und Transferdefizite für den integrierten Pflanzenbau in Nordrhein-Westfalen. Forschungsberichte des Fachbereich Landbau Soest; Universität-OB Paderborn, Nr. 1
- MEIJER, W.J.M. (1987): The influence of winter wheat cover crop management on first year *Poa pratensis* and *Festuca rubra* seeds crops. Neth. J. Agric. Sei., 35; S. 529-532
- VERSCHWELE, A. (1994): Sortenspezifische Kulturkonkurrenz bei Winterweizen als begrenzender Faktor für das Unkrautwachstum. Diss. Göttingen

---

\*Gemessen wurde die photosynthetische aktive Strahlung (Photonen-Flußdichte) im Spektralbereich 400-700 nm mit Hilfe von Quantensensoren vom Typ Li-Cor 190-S.

## **Narbenzusammensetzung und Ertragsleistung in fünf Jahre alten Gras- und Klee-grasansaat von *Lolium perenne***

G. Spatz u. Th. Fricke \*

### **Zusammenfassung**

In einem Parzellenversuch mit 4 Wiederholungen wurden im 5. Nutzungsjahr nach Neuansaat die Trockenmasseerträge und die Narbenzusammensetzung von *Lolium perenne* in Reinsaat und als Klee-gras-Mischung anhand von 10 Zuchtsorten und der autochthonen Population "Kempten" unter 5-schüriger Nutzung verglichen. Repräsentative Ergebnisse werden an drei Sorten verschiedener Reifegruppen und der Population "Kempten" vorgestellt.

Tendenziell zeigen die frühen Zuchtsorten nach 5 Jahren einen höheren Fremdbesatz in der Narbe, als die späteren Sorten bzw. die Population Kempten, insbesondere wandert *Taraxacum officinale* zu. Die Trockenmasseerträge liegen bei den frühen Sorten niedriger, als bei den mittelspäten und späten, dabei sind die Reingrasbestände (300 kg N/ha) leistungsstärker, als die Klee-grasbestände (150 kg N/ha). Von den geprüften Varianten liefert die Population Kempten die höchsten Trockenmasseerträge und weist die niedrigsten Fremdbesätze auf.

### **Einleitung und Problemstellung**

Die Ausdauer von Zuchtsorten des Deutschen Weidelgrases ist oft unbefriedigend (siehe u. a. JACOB 1980, SCHELLER 1993, VOIGTLÄNDER ET AL. 1971). Dem gegenüber verfügen autochthone Populationen wegen ihrer genetischen Variabilität über eine hohe Anpassungsfähigkeit und Ausdauer (SPATZ ET AL. 1987). Im vorliegenden Versuch wurden 10 Zuchtsorten und die autochthone Population "Kempten" auf ihre Ertragsleistung und Narbenzusammensetzung untersucht. Aus Platzgründen werden nachfolgend Daten von drei repräsentativen Zuchtsorten und die Population "Kempten" im fünften Jahr nach der Ansaat dargestellt.

---

\*Universität Gesamthochschule Kassel, Fachgebiet Futterbau und Grünlandökologie, Nordbahnhofstraße 1a, 37213 Witzenhausen

### Material und Methoden

Auf dem Versuchsfeld des Fachgebietes Futterbau und Grünlandökologie am Fachbereich 11 der Universität Gh Kassel wurde im Herbst 1989 ein Parzellenversuch mit 10 Zuchtsorten verschiedener Reifegruppen und der autochthonen Population "Kempton" von *Lolium perenne* in Reinsaat und als Klee-gras-Mischung angelegt. Das Saatgut der Population Kempton wurde aus dem *Lolium perenne* dominierenden Bestand einer seit langer Zeit nicht nachgesäten Grünlandweide geerntet. Dieses Saatgut enthielt einen größeren Samenanteil von *Dactylis glomerata*.

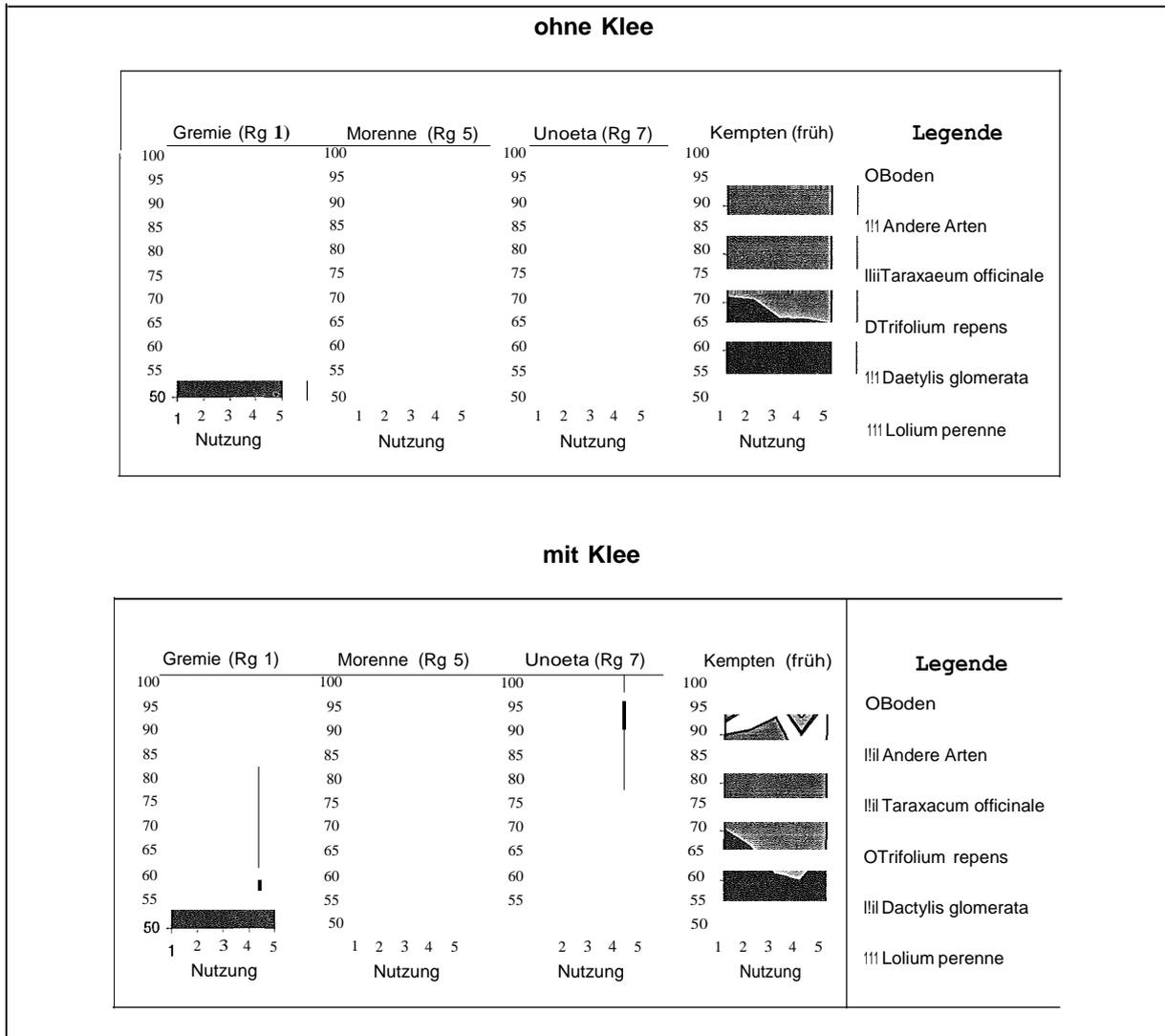
Der Versuchsstandort liegt 9° 55' östlicher Länge und 51° 23' nördlicher Breite auf 230 m ü NN und ist durch eine Jahresdurchschnittstemperatur von 7,5 °C bei 622 mm Jahresniederschlag gekennzeichnet. Der Versuch mit einer Parzellengröße von 1,5 x 7 m wurde als Blockanlage mit 4 Wiederholungen auf einer Parabraunerde in ebener Lage (Ackerzahl 83) angelegt. Bei 5-schüriger Nutzung erfolgte die Grundnährstoffversorgung jährlich einmalig im Frühjahr mit Superphosphat (125 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/Jahr) und 40er Kornkali (225 kg K<sub>2</sub>O/Jahr). Die Stickstoffdüngung (KAS) erfolgte angepaßt an Reinsaat mit 60 kg/ha und Klee-grasansaat mit 30 kg N/ha zu jeder Nutzung. Der Versuchszeitraum bis zur Auswertung (1994) betrug 5 Jahre.

Zu jedem Schnitt wurde der Deckungsgrad der angesäten Arten und des Fremdbesatzes mit der Punktquadratmethode (MUELLER-DOMBOIS U. ELLENBERG 1974) erfaßt. Die Ermittlung des Trockenmasseertrages erfolgte über Frischerträge und Trocknung einer Teilprobe.

Statistisch wurden die Trockenmasseerträge über Varianzanalyse mit nachfolgendem t-Test und die Deckungsgrade über parameterfreie Friedman-Tests (PRECHT 1990) ausgewertet.

### Ergebnis und Diskussion

Einen hohen Fremdbesatz weist die sehr frühe Sorte Gremie auf. Insbesondere der Löwenzahnanteil ist in 63 % der Nutzungen signifikant höher als in den Vergleichsvarianten. Während der Vegetationsperiode erfolgt eine Zunahme der Klee- und Löwenzahnanteile. Tendenziell vermindert eine Kleebeimengung in der Ansaat den Löwenzahn, läßt aber auch Raum für andere nicht angesäte Arten. In 25 % der Nutzungen ist der Fremdbesatz "Anderer Arten" in den Klee-grasvarianten signifikant höher. Von den Zuchtsorten liegt bei Gremie nach fünf Jahren der geringste *Lolium*-anteil und damit die geringste Ausdauer vor. Relativ geringe Fremdbesätze und damit eine ausdauernde Stabilität der Narbe weisen dagegen die mittleren und späten Sorten Morene und Linoceta auf.



**Abb.1:** Deckungsgrade der Narbenzusammensetzung in Prozent im fünften Versuchsjahr 1994 (Rg = Reifegruppe)

Die wegen ihrer Knautgrasbeimengung schwer zu vergleichende frühreife Population Kempten zeigt die stabilste Narbe und die höchsten Erträge. Allgemein liegt das Ertragsniveau in Reingrasbeständen - zum Teil signifikant - über den entsprechenden Klee-grasvarianten, wobei die unterschiedliche Stickstoffdüngung zu berücksichtigen ist. Das niedrige Ertragsniveau der Sorte Gremie kann unter anderem auf den hohen Anteil Löwenzahn zurückgeführt werden.

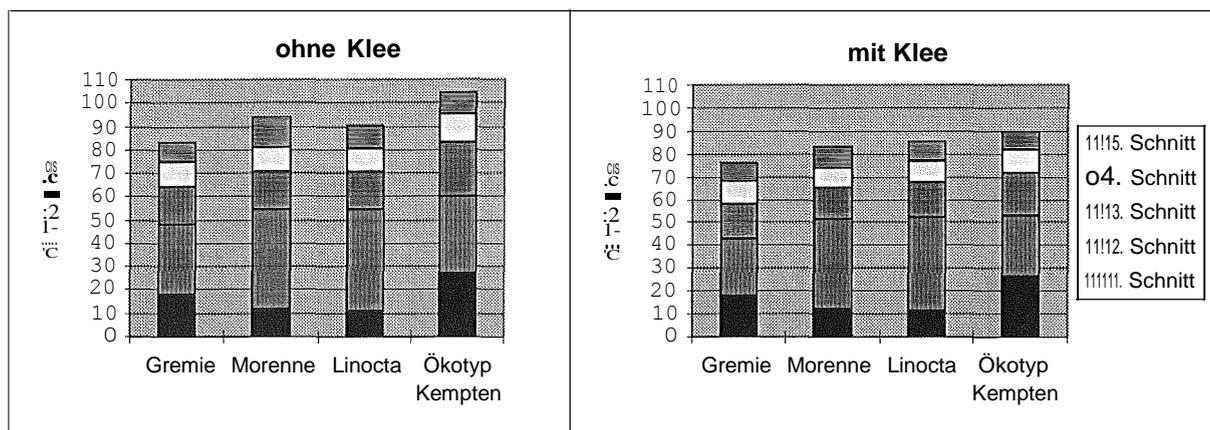


Abb.2: Jahreserträge in dt/ha Trockenmasse im fünften Versuchsjahr 1994

### Literatur

- JACOB, H., 1980: Fünfjährige Sortenbeobachtungen an *Lolium perenne* bei intensiver Mähweidenutzung. *Das Wirtschaftseigene Futter* 26, 92- 109.
- PRECHT, M., 1990: Minitab-Referenzmanual, Datenverarbeitungsstelle der TU-Weihenstephan, 312 S.
- MUELLER-DOMBOIS, D. AND H. ELLENBERG, 1974: Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley a. Sons, New York, Chichester, Brisbane and Toronto
- SHELLER, H., 1993: Anbaueignung von Sorten des Deutschen Weidelgrases auf auswinterungsgefährdeten Grünlandstandorten Bayerns, *Das Wirtschaftseigene Futter*, 39, 125- 135.
- SPATZ, G., SCHRÖPPEL, H. U. J. BAUER, 1987: Die autochthone Weidelgraspopulation "Kempton", ihre Leistungsfähigkeit und Ausdauer im Vergleich zu Zuchtsorten. *Das wirtschaftseigene Futter* 33, 248- 261.
- VOIGTLÄNDER, G., MÄDEL, F. U. F.S. BLAHA, 1971: Entwicklung und Leistung von Grünlandansaaten im Vergleich zu Dauerbeständen in sechs Nutzungsjahren. *Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau* 143, 93 - 112.

## Morphologische Entwicklung und Reservestoffdynamik von Weißklee während der Überwinterung

S. Bahnemann, R. Wulfes, F. Taube \*

### Einleitung

Als wichtigste Leguminose des Weidegrünlands, zeichnet sich der Weißklee durch eine *hohe Futterqualität* und die Fähigkeit der *biologischen Stickstofffixierung* aus (FRAME et al. 1986). Damit diese Vorteile zum Tragen kommen ist jedoch ein *Weißkleeanteil* von mindestens 20-30 % im Bestand erforderlich. Saisonale und jährliche Schwankungen im Weißkleeertrag erschweren allerdings die Regulierung des Weißkleeanteils im Klee gras-Gernenge erheblich (Lüscher, 1989). Besonders im Frühjahrswachstum ist der Weißkleeertrag häufig wesentlich niedriger als in den darauffolgenden Aufwüchsen. Ursache hierfür können die Witterungsverhältnisse während des Winters sein, die den Weißklee schwächen, sowie generell ein geringes Wachstum bei niedrigen Temperaturen.

Die vorliegende Untersuchung prüfte den Zusammenhang zwischen Winterhärte und Frühjahrsertrag sowie unterschiedliche Sorteneigenschaften bezüglich dieser Faktoren. Hierfür wurde die morphologische Entwicklung überwinternder Pflanzenorgane und der Reservestoffhaushalt von 4 Weißkleesorten untersucht.

### Material und Methoden

Standort: Versuchsgut Hohenschulen im östlichen Hügelland Schleswig-Holsteins;

Boden: Sandig, lehmige Braunerde mit pH von 6,7; mittlerer Jahresniederschlag

716 mm, Jahresdurchschnittstemperatur 7,8 °C;

Versuchsanlage: Blockanlage mit drei Wiederholungen

Ansaatmischung: 4 Weißkleesorten (2 kg/ha) mit jeweils 2 Dt. Weidelgrassorten,

Vigor und Preference (23 kg/ha).

### Sortenmerkmale

Mit der Wahl der Weißkleesorten wurde ein breites Spektrum der verschiedenen Weißkleetypen, die sich durch bestimmte morphologische Merkmale voneinander unterscheiden abgedeckt:

<u>Weißkleesorten</u>	<u>Merkmal</u>	<u>Ursprung</u>
<i>AberHerald</i>	mittel-großblättrig	Schweiz
<i>Huia</i>	mittel-kleinblättrig lange, dünne Stolonen	Neuseeland
<i>Milkanova</i>	mittel-großblättrig	Dänemark
<i>N.F.G. Gigant</i>	großblättrig kurze, dicke Stolonen	Italien/Dänemark

N-Düngung: 30 kg/ha zu Vegetationsbeginn

Nutzung: 5 Schnitte pro Jahr

Probenahme: Das Probenmaterial wurde an fünf Terminen im Zeitraum von November bis April mit einem speziell angefertigten Stechzylinder genommen. Der Bohrkern wies einen Durchmesser von 12 cm und eine Tiefe von 10 cm auf.

\*Institut für Pflanzenbau und Pflanzzüchtung, Lehrstuhl Grünland und Futterbau  
Christian-Albrechts-Universität Kiel, Holzkoppelweg 2, 24118 Kiel

## Datenerhebung:

Morphologische Parameter:	Blatttrockenmasse, -anzahl
	Stolonentrockenmasse, -länge
	Knospentrockenmasse, -anzahl
	Wurzelrockenmasse, -anzahl
Reservestoffe:	Nichtstrukturkohlenhydrate (wasserlösl. Kohlenhydrate, Stärke)

## Ergebnisse und Diskussion

Von den untersuchten Merkmalen zeigte die Entwicklung der Stolonen und der Gehalt an Reservestoffen einen signifikanten Einfluß auf den Frühjahrsertrag. Es werden daher die Ergebnisse dieser Parameter des Winters 1995/96 als Mittel der Grassorten dargestellt. Der Winter 1995/96 war extrem trocken (Nov. - April 113 mm) und durch lange Frostperioden geprägt (durchschnittl. Temperatur Nov. - April +2,1 °C) mit der Folge, daß am Ende des Winters nur noch ein stark beanspruchtes Stolonennetz den Bestand repräsentierte.

*1. Morphologische Entwicklung der Stolonen*

Sowohl das Stolonengewicht pro Fläche als auch das Stolonengewicht pro Stolonlänge (lebendes Material) nahmen vom Spätherbst bis zum Frühjahr ab. Die Sorte Huia fällt dabei durch das niedrigste Niveau an allen Probenahmeterminen auf. Hinsichtlich des Gewichts pro Länge wird das für Huia typische Sortenmerkmal "dünne Stolonen" sowie für die Sorte Gigant das Merkmal "dicke Stolonen" deutlich.

Tab. 1: Stolonengewicht pro Fläche, Winter 1995 bis Frühjahr 1996,  
Mittel von 2 Begleitgrassorten

Probenahme	Stolonengewicht pro Fläche (glm <sup>2</sup> )				GD 0,05	Sig.
	AberHerald	Huia	Milkanova	Gigant		
November	208.5	147.2	158.6	189.2		n.s
Dezember	231.2	119.2	184.2	165.3	48.0	***
März	172.1	86.8	137.5	134.7	60.7	**
April	120.0	66.3	103.3	113.9		n.s.
Mai	95.3	26.5	83.6	83.4	44.4	**

Tab. 2: Stolonengewicht pro Stolonlänge, Winter 1995 bis Frühjahr 1996,  
Mittel von 2 Begleitgrassorten

Probenahme	Stolonengewicht pro Stolonlänge (glm)				GD 0,05	Sig.
	AberHerald	Huia	Milkanova	Gigant		
November	1.42	0.55	1.21	1.76	0.42	***
Dezember	1.56	0.87	1.14	1.66	0.51	**
März	1.22	0.74	1.13	1.59	0.34	***
April	0.98	0.70	1.01	1.32	0.26	***
Mai	1.15	0.61	0.87	1.37	0.32	***

### 2. Reservestoffgehalt

Der Gehalt an Nichtstrukturkohlenhydraten (NSKH) zeigt ähnlich wie die oben beschriebenen Stolonparameter abnehmende Werte während des Winters. Es wird deutlich, daß der Weißklee in Kälteperioden Reservestoffe verbraucht und erst mit Beginn der Vegetationsperiode eine erneute Einlagerung stattfindet. Die Sorte *Huia* unterscheidet sich mit NSKH-Gehalten von 20 bis 25 % erheblich von den übrigen Sorten, deren Gehalte zwischen 30 und 40% liegen.

Tab. 3: Gehalt der Nichtstrukturkohlenhydrate (o/o d. TM) Winter 1995 bis Frühjahr 1996, Mittel von 2 Begleitgrassorten

Probenahme	AberHerald	Huia	Milkanova	Gigant	GDo,os	Sig.
November	37.8	26.1	34.7	37.4	3.9	***
Dezember	41.3	26.7	37.3	39.9	2.3	***
März	36.8	25.4	35.9	35.5	3.4	***
April	27.6	19.3	28.0	32.3	3.9	***
Mai	30.7	26.0	30.5	30.8	3.7	***

### 3. Einfluß der betrachteten Faktoren auf den Frühjahrsertrag

Inwieweit die Entwicklung der betrachteten Parameter den Weißkleeertrag im Frühjahr beeinflusst hat, wurde über den Ertrag des 1. Aufwuchses (30. Mai) ermittelt. Für den Gesamt- und Kleeertrag wurde ein signifikanter Sorteneffekt bei *Huia* festgestellt. Im Vergleich zu den übrigen Sorten, wies *Huia* einen 30 % geringeren Gesamtertrag auf. Eine multiple Regression zeigte, daß die überwinterte Stolonmenge (Stolonengewicht im Frühjahr) im Untersuchungszeitraum den Frühjahrsertrag mit 60 % erklärt, der Gehalt an NSKH zu diesem Zeitpunkt zusätzlich mit 14 %.

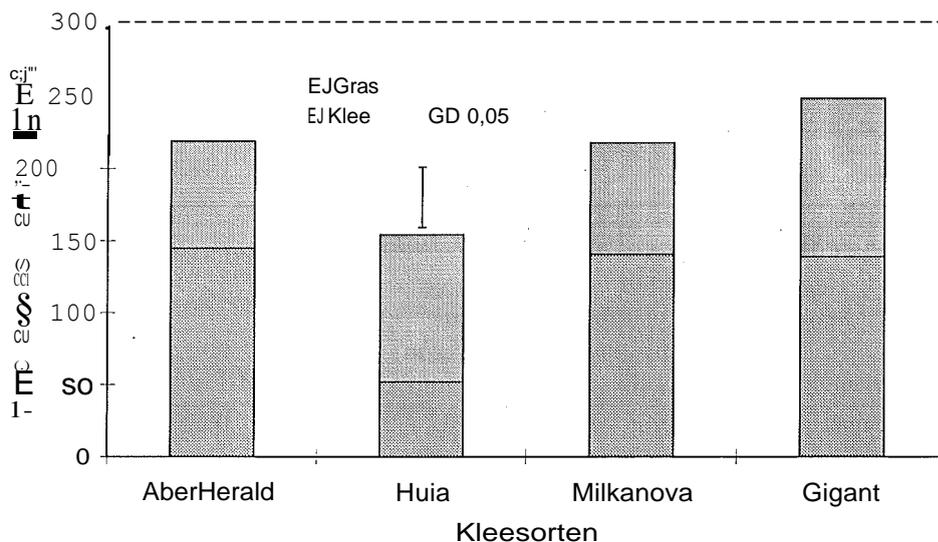


Abb. 1: Trockenmasseerträge (g/m<sup>2</sup>) des 1. Aufwuchses im Frühjahr 1996  
Mittel von 2 Grassorten

**Schlußfolgerung**

Für die Frühjahrsentwicklung von Weißklee ist die Überwinterung der Stolonen sowie das Reservestoffniveau zu Vegetationsbeginn von großer Bedeutung. Hinsichtlich dieser Schlüsselfaktoren gibt es Sortenunterschiede, welche als Selektionskriterien in der Züchtung herangezogen werden können.

**Literatur**

*Frame, J., & P. Newbould (1986):* Agronomy of white clover. *Advances in Agronomy*, 40, 1-87.

*Lüscher, A. (1989):* Überwinterung und Frühlingsaufwuchs von Weißklee (*Trifolium repens* L.) -Dynamik der Kohlenhydratreserven und der biolog. Nz-Fixierung. Diss. ETH Nr. 8977

*Haycock, R. (1981):* Environmental limitations to spring production in white clover. In: Wright, C.E. *Plant Physiology and herbage production*. Brit. Grassl. Soc., Occasional Symposium 13, 119-123

## Ökologie der Milchsäurebakterien im Grünland

Th. Müller, Undine Behrendt und W. Seyfarth \*

### 1. Einleitung

Milchsäurebakterien (MSB) sind die entscheidenden Mikroorganismen der Silierung. Sie gelangen als Bestandteil der epiphytischen Mikroflora auf den Futterpflanzen in den Silo, wo sie unter günstigen Ausgangsbedingungen durch forcierten Stoffwechsel bei rascher Vermehrung den konservierenden Prozeß der Futtergärung erwirken. Trotz zahlreicher Veröffentlichungen zum Vorkommen von MSB auf silierbaren Futterpflanzen (Übersichten dazu bei WOOLFORD 1984, RUSER 1989 und McDONALD *et al.* 1991) sind unsere Kenntnisse über die Biologie dieser Mikroorganismen im Grünland noch lückenhaft. Nach wie vor ist ungeklärt, ob diese Bakterien boden- oder luftbürtig sind, ob sie im freien Feld überwintern und wie sie sich über die heranwachsende Pflanze verteilen. Im folgenden sollen dazu erste Hinweise aus Untersuchungen an einem Grünlandstandort, ergänzt durch entsprechende Laboruntersuchungen, gegeben werden.

### 2. Material und Methoden

#### 2.1 Standort und Pflanzenmaterial

Auf einer Mähweide Übermittelgründigem Niedermoor im Havelländischen Luch bei Paulinenaue mit zweimaliger Schnittnutzung und einem Weidegang bei Düngung von ca. 60 kg N/ha im Jahr wurden in allen Jahreszeiten Proben vom Grünzeug, aus der Streuschicht, von den Wurzeln und aus dem Boden des wurzelnahen Raumes zur mikrobiologischen Analyse genommen. Hauptbestandbildner der Weide war *Festuca pratensis*, daneben traten auch *Phleum pratense*, *Poa pratensis*, *Poa trivialis*, *Alopecurus geniculatus* und *Agropyron repens* auf. Für die Analyse von Blattexsudaten wurde ein Reinbestand von *Phleum pratense* auf humosem Sand genutzt.

#### 2.2 Probenaufbereitung

Für mikrobiologische Untersuchungen wurde das Material mit einem sterilen Messer zerkleinert und im Stomaehlab biender mit Wasser 1:10 homogenisiert (MÜLLER 1995). Zur Blattexsudatgewinnung wurden gebündelte Sproßachsen mit fest verschlossenen Schnittstellen kopfüber in ein Chromatographiegefäß gehängt und regelmäßig mit destilliertem Wasser besprüht. Der Abtropf wurde sterilfiltriert und gefriergetrocknet (SEYFARTH 1995).

#### 2.3 Mikrobiologische Analysen

Die homogenisierten Proben wurden entweder, wie allgemein üblich, nach weiterer logarithmischer Verdünnung in 1/4starker Ringer-Lösung sofort der Keimzahlbestimmung unterzogen ( $t_0$ ) oder sie wurden zuvor im Stomaehbeutel über 20 h bei 30°C zur Zellanreicherung inkubiert ( $t_{20h}$ ). Die Keimzahlbestimmung der MSB und die Identifizierung isolierter Stämme erfolgten wie von LIER (1995) beschrieben.

## 2.4 Anzucht von Gräsern und Inokulation mit MSB-Stämmen

Embryonales Gewebe aus desinfizierten Samen von *Lolium multiflorum* wurde auf MS-Agar (MURASHIGE und SKOOG 1962) kultiviert. Im Zweiblattstadium erfolgte eine Subkultivierung in MS-Flüssigmedium in Erlenmeyerkolben. Die bestockten sterilen Pflanzen wurden durch Zusatz von MSB-Kulturen in das Flüssigmedium inokuliert. Zum Nachweis der MSB an den Pflanzen wurden diese zerschnitten und die Teile in Petrischalen mit Nähragar überschichtet

## 2.5 Analyse der Blattexsudate

Die gefriergetrockneten Exsudate wurden in destilliertem Wasser resuspendiert. Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydratn (WLK) und Amino-Stickstoff ( $\text{NH}_2\text{-N}$ ) wurden kolorimetrisch mittels Anthron- bzw. Ninhydrinreagenz wie von SEYFARTH (1995) beschrieben, bestimmt.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Räumliche und zeitliche Verteilung von Milchsäurebakterien

MSB kamen ganzjährig im Grünland vor. Sie besiedelten hauptsächlich abgestorbenes Pflanzenmaterial der Streuschicht, aber auch die grünen Sproßteile und Wurzeln der Gräser sowie den Boden im wurzelnahen Raum (Abb. 1). Auch im Winter wurden MSB in der Streuschicht nachgewiesen (andere Kompartimente waren auf Grund strengen Frostes nicht zugänglich). In

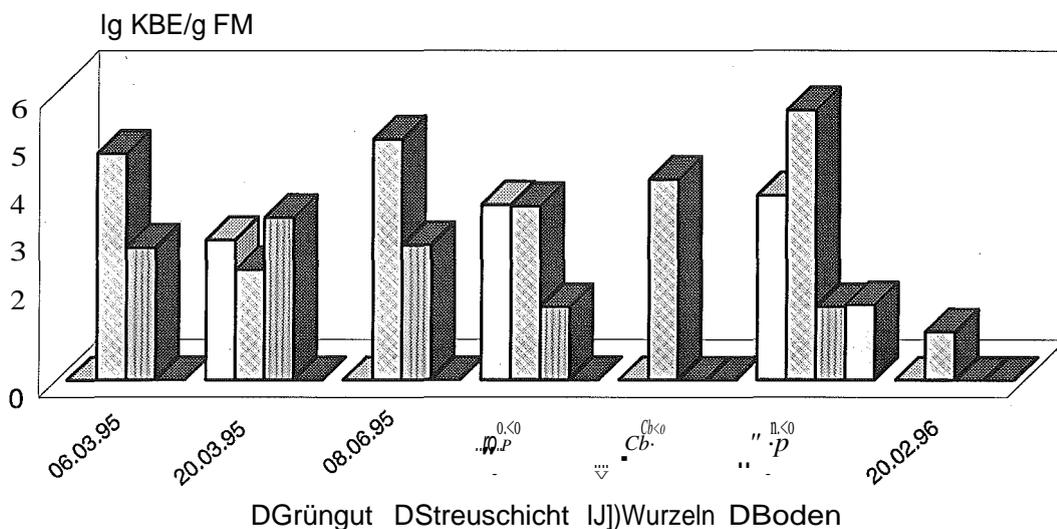


Abb. 1. Kultivierbare Milchsäurebakterien in verschiedenen Grünland-Kompartimenten

diesem Kompartiment wurden in allen Jahreszeiten sofort kultivierbare ( $t_0$ ) Vertreter dieser Gruppe gefunden. In anderem Untersuchungsmaterial konnten sie z.T. erst nach Anreicherung nachgewiesen werden. Ein Nachweis von MSB im Boden war mit einer Ausnahme erst möglich, nachdem in die Verdünnungslösung zur Anreicherung der Bakterien Nährstoff (0,5% Hefe-extrakt) zugesetzt wurde. Dies ist wahrscheinlich auf den komplexen Nährstoffbedarf dieser Keimgruppe zurückzuführen, der im Boden nur über Exsudate in mikroskaliger Distanz von den Wurzeln gedeckt wird.

Enterokokken dominierten nach Anzahl und Häufigkeit des Nachweises das Alterspektrum (hier nicht aufgeführt). Die Streuschicht wies die höchste Artenvielfalt auf, wobei zur gleichen Zeit dieselben Arten meist aus verschiedenen Kompartimenten isoliert werden konnten.

### 3.2 Möglichkeiten ihrer Verbreitung im Ökosystem

Eine Migration der i.d.R. unbeweglichen MSB von den Wurzeln auf die oberirdischen Sproßteile von Gräsern konnte bei den entsprechenden *in vitro*-Untersuchungen nicht festgestellt werden (Tab. 1). Untersuchungen an Staub und Pollen über Grasbeständen hinsichtlich anhaftender MSB blieben ohne Anzeichen einer Übertragung von MSB durch die Luft (Ergebnisse nicht aufgeführt).

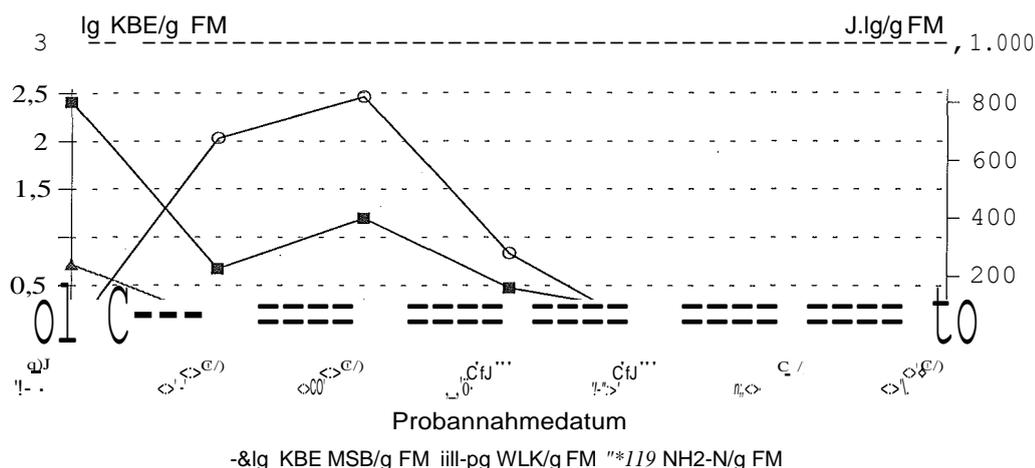
**Tab. 1.** Untersuchungen an *in vitro*-Kulturen von *Lolium multiflorum* zur Wiedertindung von in den Wurzelraum inokulierten MSB-Stämmen

Inokulum	Wiedertindung an		
	Wurzeln	Stengeln	Blättern
<i>Enterococcus faecium</i> P 548 .	+		
<i>Pediococcus pentosaceus</i> P 91	+,		
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> P 545	+		
<i>Lactobacillus brevis</i> P 546	+		
<i>Lactobacillus plantarum</i> P 1207	+		

Nach den vorliegenden Erkenntnissen erscheint zumindest eine Inokulation des heranwachsenden Pflanzenkeimlings mit MSB beim Durchbrechen der Streuschicht oder durch von der Streuschicht zurückspritzendes Regenwasser und eine Verteilung über die Pflanze durch Tau- oder Regenwasser als möglich.

### 3.3 Abhängigkeit des Milchsäurebakterienbesatzes auf Gras vom Nährstoffgehalt der Blattexsudate

Während des Reifeprozesses von *Phleum pratense* wurden tw. nur sehr begrenzte Mengen an Amino-Stickstoff und wasserlöslichen Kohlenhydraten auf die Blattoberflächen ausgeschieden (Abb. 2). Korrelationen zwischen der Anzahl sofort kultivierbarer (bei  $t_0$ ) MSB auf dem Gras und der Konzentration dieser Nährstoffe in den Blattexsudaten waren nicht signifikant ( $P < 0,05$ ). Die Kurvenverläufe aller Parameter folgten jedoch dem gleichen Trend und lassen daher Zusammenhänge zwischen der Dichte der MSB-Populationen und den verfügbaren Nährstoffen vermuten.



**Abb. 2.** Anzahl kultivierbarer MSB auf *Phleum pratense*, Amino-Stickstoff (NH<sub>2</sub>-N) und wasserlösliche Kohlenhydrate (WLK) in Blattexsudaten

#### 4. Schlußfolgerungen

MSB haben im Grünland in der Streuschicht ihr hauptsächliches Reservoir. Sie können nur passiv im Ökosystem verbreitet werden. Wahrscheinlich kommt dabei dem Regenwasser eine Verteilfunktion zu. Daß pflanzenassoziierte MSB tw. erst nach einer Zellanreicherung nachweisbar sind, mag seine Ursachen entweder in einem sehr geringen Keimbesatz, unterhalb der Nachweisgrenze von 10 KBE/g FM, oder in einem lebensfähigen, aber nicht kultivierbaren (viable but nonculturable) Zellzustand haben. Möglicherweise korreliert die Anzahl kultivierbarer MSB-Zellen auf Blattobeflächen mit dem dortigen Angebot an bestimmten Nährstoffen. Es bedarf weiterer zielgerichteter Untersuchungen zur Überprüfung dieser Hypothesen.

#### 5. Literatur

- LIER, D. (1995): Charakterisierung des Epiphytenbesatzes und Untersuchung von Einflußfaktoren auf die mikrobielle Epiphytenflora von Futtergräsern. In: SEYFARTH, W. und Th. MÜLLER (Hrsg.): Epiphytenbesatz und Fructangehalt von Futtergräsern. ZALF-Bericht Nr. 21, Müncheberg, 8-29
- McDONALD, P., A. R. HENDERSON und S. J. E. HERON (1991): The biochemistry of silage. 2nd ed., Chalcombe Publications, Marlow
- MÜLLER, Th. (1995): Ökophysiologische Aspekte des Überlebens, der Herkunft und der Verteilung von Milchsäurebakterien im Ökosystem Grünland. In: SEYFARTH, W. und Th. MÜLLER (Hrsg.): Epiphytenbesatz und Fructangehalt von Futtergräsern. ZALF-Bericht Nr. 21, Müncheberg, 30-40
- MURASHIGE, T. und F. SKOOG (1962): A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15, 473-497
- RUSER, B. (1989): Erfassung und Identifizierung des epiphytischen Milchsäurebakterienbesatzes auf Gras und Mais in Abhängigkeit von Standort, Sorte, Entwicklungsstadium sowie Ernte- und Klimaeinflüssen. *Laubforschungs Völkenrode, Sonderheft 103*
- SEYFARTH, W. (1995): Blattexsudate von Gräsern als Nährstoffquelle für epiphytische Mikroorganismen. In: SEYFARTH, W. und Th. MÜLLER (Hrsg.): Epiphytenbesatz und Fructangehalt von Futtergräsern. ZALF-Bericht Nr. 21, Müncheberg, 76-87
- WOOLFORD, M. K. (1984): The silage fermentation. Marcel Dekker Inc., New York and Basel

## 5 Jahre Verband zur Förderung extensiver Grünlandwirtschaft e.V.

H. Hochberg, G. Dietrich, Petra Westphal \*

### Einleitung

Mit den Strukturwandelprozessen in der Landwirtschaft und dem Zwang zur Extensivierung zeichneten sich Anfang der 90er Jahre in Ostdeutschland vor allem für die Grünlandgebiete tiefgreifende Veränderungen ab, die sich aus dem Brachfallen bislang intensiv bewirtschafteten Grünlandes und einer abrupten großflächigen Überführung von Intensivgrünland in extensive Nutzungsformen ergaben. Im Zuge der kurzfristigen, radikalen Umstellung der Landwirtschaft bestand die Gefahr der Devastierung der vom Grünland geprägten Kulturlandschaften. Bei den in Rede stehenden Gebieten handelt es sich um landschaftsökologisch wie touristisch wertvolle Naturräume, die der Gesellschaft erhalten bleiben sollten. Alle gesellschaftlichen Kräfte sind deshalb angehalten, gemeinsam für den Erhalt der Kulturlandschaft im hochindustrialisierten Deutschland zu wirken.

Der am 21. März 1991 in Berlin gegründete Grünlandverband stellt sich das Ziel, als eine Interessengemeinschaft für den Erhalt der durch das Grünland maßgeblich geprägten Kulturlandschaften sowie für eine gesunde Wirtschaftsentwicklung in den grünlandreichen Gebieten zu arbeiten. Der Verband will zur Harmonisierung des Verhältnisses von Landnutzern und Landschaftspflege/Naturschutz beitragen.

### Aufgaben

Der Verband sieht seine Aufgabe in

- der fachlichen Begleitung der Umsetzung spezieller Landnutzungs- und Agrarwirtschaftsmodelle
- der Mitwirkung an der inhaltlichen Ausgestaltung länderspezifischer Fördermaßnahmen für die Extensivierung auf dem Grünland
- der Erarbeitung von Positionspapieren und Beratungsmaterial zur Unterstützung der Grünlandbetriebe und Fachbehörden
- der Wissensvermittlung durch Fachvorträge, Seminare/Tagungen, Schriften
- den Aufbau eines Versuchs- und Demonstrationsbetriebes zur tiergebundenen, extensiven Grünlandnutzung
- der Durchführung von Begleituntersuchungen in Referenzbetrieben

Der Grünlandverband setzt sich für die Entwicklungskonzepte und gesellschaftliche Rahmenbedingungen ein, die einer kontraökologischen Entwicklung der Landnutzung begegnen und eine großräumige, über spezielle, schutzbedürftige Flächen hinausgehende Extensivierung zum Ziel haben. Erhaltung der Kulturlandschaft und Sicherung der Existenz der Landwirte sind die beiden Grundanliegen des Verbandes.

### Öffentlichkeitsarbeit

Der Verband führt jährlich eine Fachtagung durch (Tabelle 1).

Der Verband vergibt auf der Grundlage einer Vergaberichtlinie auf Antrag an seine Mitglieder ein Warenzeichen. Anliegen ist, den Verbraucher aufmerksam zu machen auf die Anwendung extensiver Wirtschaftsweisen sowie artgerechte und umweltschonende Tierhaltung.

---

\* Verband zur Förderung extensiver Grünlandwirtschaft e.V., Eisenacher Straße 90, 12685 Berlin

Tabelle 1: Übersicht zu den bisherigen Vortragsstagen des Grünlandverbandes

Jahr	Ort, Land	Thema
1991	Bernburg (Sachsen-Anhalt)	Grünlandextensivierung - Auswirkungen, Erfahrungen, Beispiele -
1992	Waren-Müritz (Mecklenburg-Vorpommern)	Grünlandbewirtschaftung und -extensivierung in den ostdeutschen Bundesländern
1993	Neu-Seddin (Brandenburg)	Grünlandextensivierung und Betriebswirtschaft
1994	Reinhardtbrunn (Thüringen)	Was kostet die Erhaltung des Grünlandes?
1995	Trenthorst-Wulmenau (Schleswig-Holstein)	Extensive Weidewirtschaft mit Rindern
1996	Trantow (Mecklenburg-Vorpommern)	Freilandhaltung von Rindern im Winter

Seit 1995 werden diese Jahrestagungen mit einer Exkursion verbunden. Die Vorträge sind in einer Schriftenreihe des Verbandes (Selbstverlag) zusammengefaßt. Diese beinhaltet auch zwei Positionspapiere sowie mehrere Informationsbroschüren:

1	Grünlanddokumentation	Mai 1991	43 S.
2	Empfehlungen zur extensiven Grünlandwirtschaft und Landschaftspflege, Heft I	März 1991	77 S.
3	Informationsblatt Nr. 1	Oktober 1991	23 S.
4	Empfehlungen zur extensiven Grünlandwirtschaft und Landschaftspflege, Heft II	März 1992	71 S.
5	Informationsblatt Nr. 2	Oktober 1992	26 S.
6	Grünlandextensivierung - Wesen, Ziele, Wirkungen - Thesen/Leitlinien	November 1992	12 S.
7	Empfehlungen zur extensiven Grünlandwirtschaft und Landschaftspflege, Heft III	Juni 1993	55 S.
8	Informationsblatt Nr. 3	September 1993	20 S.
9	Grünlandextensivierung und Betriebswirtschaft	November 1994	56 S.
10	Position zur Problematik: Bewertung ökologischer Leistungen der Grünlandbewirtschaftung	August 1994	10 S.
11	Ökologische Leistungen der extensiven Grünland- wirtschaft - ihre Bewertung und Honorierung -	August 1996	54 S.
12	Freilandhaltung von Rindern im Winter	August 1996	60 S.
13	Positionspapier zur Neuausrichtung der GAP: Grünlandbewirtschaftung unter den Rahmenbedingun- gen der europäischen Agrarpolitik	August 1996	6 S.

### Versuchs- und Demonstrationsbetrieb

Der Verband hat in PaarenliGenberg (Brandenburg) einen Grünlandbetrieb mit Mutterkuhhaltung eingerichtet mit dem Ziel, einen Versuchs- und Demonstrationsbetrieb für eine extensive Grünlandwirtschaft mit Rindern auf Niederungsgrünland zu entwickeln. 384 ha Grünland werden mit 320 Mutterkühen und Nachzucht in ganzjähriger Freilandhaltung genutzt und gepflegt.

### Begleituntersuchungen/Projektarbeit

Im verbandseigenen Landwirtschaftsbetrieb werden folgende Untersuchungen durchgeführt:

#### 1. Weideversuch EBERESCHENHOF

Varianten:	I	Konventionelle Weide (1,6 GVE/ha, 120 kg N/ha, Nachsaat bedarfsweise)
	II	Extensive Mähstandweide (1,2 GVE/ha, nur PK-Düngung bedarfsorientiert)
Zielgrößen:		Weideleistung, Bodennährstoff- und Vegetationsdynamik, N im Weidesystem
Partner:		LVGF Paulinenaue, HUB Berlin (Doktorand)

Die Weideergebnisse des ersten Versuchsjahres in Tabelle 2 zeigen, daß sich erwartungsgemäß trotz unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität nur geringe Unterschiede in der Weideleistung ergeben.

2. Wirkungen produktionstechnischer Maßnahmen bei restriktivem Management
  - Nachsaat
  - Unhautbekämpfung
3. Auswirkungen ganzjähriger Weidehaltung
  - N min und Makronährstoffe; Verteilungsmuster und Konzentration im Boden
  - Vegetationsdynamik
4. Analysen zum Betriebsergebnis

Tabelle 2: Ergebnisse extensiver Mähstandweide auf ungedüngtem Niederungsgrünland im ersten Versuchsjahr-Ebereschenhof 1995 - ZUBE (1996)

Merkmal	ME	Versuchsweide	
		I	II
Gesamtfläche	ha	16,2	14,4
Weidetiere		20	12
Bruttoertrag	dt TM/ha	65	56
Weideleistung	GJNEL/ha	26,63	23,65
Weide-Ertrag	dt TM/ha	43	28
Besatzstärke	GVE/ha	1,9	1,3
Mähertragsanteil	%	24	50

Weitere Projekte des Verbandes beziehen sich auf

- Landschafts- und Biotoppflege im Landschafts- und Naturschutzgebiet Unteres Spreetal
- Vorbereitung der Wiederinbetriebnahme brachgefallenen Grünlandes auf Niedermoor
- Pflege und Erhaltung von Kalkmagerrasen in Thüringen (Nutzungs- und Pflegekonzepte)
- Modellprojekte zur extensiven Grünlandnutzung in den neuen Bundesländern (EU-Projekt)
  - \* Mutterkuhhaltung im Mittelgebirge
  - \* Hüteschafhaltung auf Kalkmagerrasen
  - \* Damtierhaltung im Großgehege
  - \* Verwertung von Spätschnittgut in Biomasseheizanlagen

### Ausblick

Verband und Versuchs-/Demonstrationsbetrieb setzen ihre Projekte fort, es werden ein Bodenmonitoring auf Winterweidestandorten in Brandenburg und Thüringen begonnen sowie Voruntersuchungen für eine Evaluierung des KULAP Thüringen durchgeführt.

Im Rahmen o.g. Projekte und des Landwirtschaftsbetriebes beschäftigt der Verband insgesamt 12 Arbeitskräfte und leistet damit auch einen sozialen Beitrag.