

ARBEITSGEMEINSCHAFT  
GRÜNLAND UND  
FUTTERBAU

*der Gesellschaft für  
Pflanzenbauwissenschaften*

## **42. Jahrestagung**

vom 27. bis 29. August 1998  
in Gießen

# **Tagungsband**

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung II  
- Grünlandwirtschaft und Futterbau -  
Ludwigstraße 23 - 35390 Gießen

Copyright © 1998, Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften

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

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

Ludwigstraße 23

D-35390 Gießen

Telefon: 0641/99-37510

Telefax: 0641/99-37519

email: [www-gruenland@agrار.uni-giessen.de](mailto:www-gruenland@agrار.uni-giessen.de)

<http://www.uni-giessen.de/~gh1196>

Herstellung: Druck & Kopierservice Sommerlad & Seim GbR, 35410 Hungen

## Vorwort

Die 42. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften wurde von der Professur für Grünlandwirtschaft und Futterbau der Justus-Liebig-Universität Gießen organisiert. Nach 1966 auf Einladung von Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. Adolf Stählin und 1976 auf Einladung von Herrn Prof. Dr. Uwe Simon ist in diesem Jahr das Gießener Institut zum dritten Male Ausrichter der Jahrestagung. Das Tagungsprogramm umfaßt 12 Vorträge, einen Workshop zu dem aktuellen Thema Winteraußenhaltung, 31 Posterbeiträge, die Besichtigung der zur Professur gehörenden Lehr- und Versuchsstation in Linden-Forst sowie eine Ganztags-Exkursion zur Thematik Milchviehhaltung, Mutterkuhhaltung mit jeweils der Integration von Vertragskultur-(Natur-)Schutz in die landwirtschaftlichen Betriebe der Region Westerwald. Die Teilnehmerliste weist über 120 Gäste aus, darunter Vertreter aus China, Dänemark, Luxemburg, Österreich, Polen, Schweiz, Türkei, Tschechien und Ungarn.

Dank gilt den Referenten, die ihre Manuskripte zeitgerecht eingereicht haben, so daß - wie auf der 41. Jahrestagung - auch in diesem Jahr bereits zu Tagungsbeginn der Tagungsband vorliegt. Bezogen auf die Reputation unseres Fachgebietes ist zu wünschen, daß möglichst viele Autoren ihre hier präsentierten Beiträge Journalen mit reviewed-Verfahren anbieten, denn erst damit erlangen die Arbeiten letztendlich ihren anerkannt wissenschaftlichen Rang. Von daher hat der Tagungsband seine Hauptbedeutung als aktuelle Arbeitsunterlage. Gedankt sei an dieser Stelle ferner allen Beschäftigten der Professur für ihren Einsatz zum Gelingen der Tagung. Möge die Jahrestagung und ihr Tagungsband allen Interessierten einen Gewinn bringen.

Gießen, im August 1998

WILHELM OPITZ VON BOBERFELD



# Inhaltsverzeichnis

## Teil 1: REFERATE ..... 7

### *Arbeiten der Professur für Grünlandwirtschaft und Futterbau*

**W. OPITZ VON BOBERFELD, Gießen**

Laktobakterien-Zusätze in der Grassilagebereitung unter dem Aspekt von Interaktionen..... 7

**P. DANIEL, Gießen**

Gäreinigung von Kräutern des Wirtschaftsgrünlandes..... 15

**H. LASER, Gießen**

Futterbauliche Eigenschaften von *Agrostis capillaris* L., *Festuca rubra* L. und *Lotus corniculatus* L. in Abhängigkeit von Mischungsverhältnis und Nutzungsfrequenz. .... 23

### *Workshop „Winteraußenhaltung“*

**H. HOCHBERG, Wandersleben**

Freilandhaltung von Fleischrindern im Winter. .... 30

Dazugehörige Poster ..... 86

### *Bewirtschaftung und Konservierung*

**F. WEISSBACH, Braunschweig**

Die Beeinflussung des Gärungsverlaufs bei der Silierung durch Wiesenkräuter im Aufwuchs extensiv genutzter Wiesen. .... 37

**G. ADOLF UND S. SCHÄFER, Halle**

Einfluß einer differenzierten Bewirtschaftung auf Pflanzenbestand, Ertrag und Futterqualität des Flußauengrünlandes..... 43

**G. PASDA, Limburger Hof**

Muß Grünland in Deutschland mit Schwefel gedüngt werden?..... 50

**D. KAUTER UND H. JACOB, Hohenheim**

Sauer Gras und Wegbreit. Die Entwicklung von Wiesen und Weiden im Spiegel historischer Quellen..... 56

### *Nutzungsfragen*

**ZANDER, Bredstedt**

Kann die Weide als Grundfutterlieferant der Leistungssteigerung der Milchkühe gerecht werden?..... 62

**A. FISCHER, T. KAISER UND G. SCHALITZ, Müncheberg**

Raum- Zeit-Verhalten und Futterselektion von Mutterkühen verschiedener Rassen auf extensiven Niedermoorweiden. .... 68

**ULRIKE SCHÜTZ UND H. SCHNYDER, Weihenstephan**

Die räumliche Heterogenität der Futterqualität und des Verzehrs auf einer extensiv bewirtschafteten Umtriebsweide. .... 74

**E.M. PÖTSCH, Gumpenstein**

Ertrag und Futterqualität von Alm- und Waldweiden in Österreich. .... 80

## Teil 2: POSTERBEITRÄGE ..... 86

### *Workshop „Winteraußenhaltung“*

**W. OPITZ VON BOBERFELD, Gießen**

Winteraußenhaltung und Nährstoffakkumulation ..... 86

**T. JILG UND R. LUICK, Aulendorf und Singen**

Futterqualität und Zuwachsleistung auf einer ganzjährig beweideten Rinderweide im westlichen Albvorland ..... 90

**G. EBEL UND A. MILIMONKA, Berlin**

Stickstoffflüsse bei Freilandhaltung von Mutterkühen im Winter ..... 94

**R. PRIEBE UND P. ZUBE, Paulinenaue**

Winterliche Freilandhaltung von Mutterkühen gestalten ..... 98

**A. BEHRENDT, G. SCHALITZ, H. KÄDING UND A. FISCHER, Müncheberg**

Auswirkungen ganzjähriger extensiver Beweidung auf die Nährstoffbelastung und die Lagerungsdichte eines flachgründigen Niedermoorbodens ..... 102

**M. ANGER, ANNETTE ROTH UND W. KÜHBAUCH, Bonn**

Nitratverlagerung bei simulierter Winterbeweidung mit Rindern auf Grünland ..... 107

**P. ERNST, Kleve**

Winteraußenhaltung von Damtieren - Auswirkung auf Futterzuwachs und Nitratbelastung ..... 111

**G. WEISE, P. ZUBE UND R. PRIEBE, Paulinenaue**

Punktuelle Belastung durch tierische Exkremente bei Winteraußenhaltung ..... 115

**U. BAUER, UND A. TITZE, Kambs**

Ergebnisse zur Winterweide mit Mutterkühen und Mastrindern ..... 119

**H. HOCHBERG UND ANDREA WEIB, Wandersleben**

Auswirkungen der Winterdraußenhaltung von Mutterkühen im Mittelgebirge auf den Pflanzenbestand, Boden-N-Gehalt und die Bodenwasserqualität ..... 123

### *Extensivierung*

**S. SCHÄFER, G. ADOLF UND A. SEGERT, Halle**

Untersuchungen zur extensiven Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden ..... 127

**M. BENKE UND C. HERMANSPAHN, Göttingen**

Untersuchungen zum futterbaulichen Wert extensiv bewirtschafteten Niedermoorgrünlandes ..... 131

### *Futterbau*

**KATRIN SCHMALER UND K. RICHTER, Berlin**

N-Bilanzen in der Fruchtfolge Silomais - Winterweizen - Wintergerste nach verschiedenen Zwischenfrüchten vor Silomais ..... 135

**R. LOGES, A. KORNER UND F. TAUBE, Kiel**

Ertrag, Futterqualität und N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung von Rotklee und Rotklee/Gras ..... 139

### *Grünlandbewirtschaftung*

**R. SCHRÖPEL, Kempten**

Untersuchungen zum Phosphataustrag auf Dauergrünland ..... 143

**A. MILIMONKA, G. EBEL UND H. GIEBELHAUSEN, Berlin**

Narbentyp und Futteraufnahmeverhalten von Rindern auf einer Mähstandweide ..... 147

<b>E. KAISER UND Y. YAO, Berlin</b> Pflanzenbestand, Roh Nährstoffgehalt und Futterwert in vivo in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität.....	151
<b>R. WULFES, KERSTIN MARREK, H. OTT UND F. TAUBE, Kiel - Osterrönfeld</b> Leistungsfähigkeit von Weißklee grasbeständen auf lehmigen Sandböden Schleswig-Holsteins .....	155
<b>KATHARINA STROH, M. LÖTSCHER UND H. SCHNYDER, Weihenstephan</b> N-Konzentration von Einzelpflanzen in Abhängigkeit von den Dominanzverhältnissen im Bestand. ....	159
<b>M. LÖTSCHER UND H. SCHNYDER, Weihenstephan</b> CO <sub>2</sub> -Gaswechsel von Individuen im Pflanzenbestand.....	163
<b>HERTA KÖNIG UND U. SIMON, Weihenstephan</b> N <sub>2</sub> -Fixierungsleistung eines Weidebestandes in Abhängigkeit von Kleeanteil, N-Rücklieferung und Meßmethodik.....	167
<b>A. LÜSCHER, D. SUTER, U.A. HARTWIG UND J. NÖSBERGER, Zürich</b> Bedeutung der symbiotischen N <sub>2</sub> -Fixierung für die CO <sub>2</sub> -Reaktion von Wiesenpflanzen. Ergebnisse eines <i>Medicago sativa</i> L. Modellsystems. ....	171
<b>A. KRETZSCHMAR UND H. JACOB, Hohenheim</b> Einfluß der Stickstoffdüngungsintensität auf die Wurzelmasseentwicklung von Dauergrünlandbeständen im Württembergischen Allgäu. ....	175
<b>F. HRABE UND S. HEJDUK, Brno</b> Entwicklung des Bestandes bei Koppel- und Standweide mit Rindernutzung. ....	179
<b>SUSANNE EICH UND RENATE BOCKHOLT, Rostock</b> N <sub>min</sub> -Vorräte unter tiefgründigem Niedermoorgrünland in Abhängigkeit von Moorkultur, Bewirtschaftung und Düngung. ....	183
<b>W. KESSLER, G. FEDERER UND R. GAGO, Zürich</b> Erhaltung von Welsch-Weidelgras-Wiesen. ....	187
 <b>Methodik</b>	
<b>W. LEIPNITZ, T. KAISER, H. KÄDING UND W. HABERSTOCK, Müncheberg</b> GIS-gestützte Darstellung der Vegetationsentwicklung auf Grünland. ....	191
 <b>Futterkonservierung und anderes</b>	
<b>M. STERZENBACH, Gießen</b> Zur Variabilität der Gäreigenschaften von Extensiv-Grünland der Region Lahn-Dill-Bergland .....	193
<b>RENATE BOCKHOLT, Rostock</b> Praxisrelevante Auswertung von 1500 Datensätzen zur Futterqualität einzelner Niedermoorpflanzen.....	196
<b>C. HERMANSPAHN UND M. BENKE, Göttingen</b> Silierereignung verschiedener Gräser des Niedermoorgrünlandes bei später erster Nutzung. ....	200
<b>J. ISSELSTEIN UND W. OPITZ VON BOBERFELD, Göttingen und Gießen</b> Zum Einfluß der Saatmischung auf die Entwicklung einer Böschungsbegrünung.....	204
 <b>Teil 3: TEILNEHMERVERZEICHNIS .....</b>	 <b>209</b>





# Laktobakterien-Zusätze in der Grassilagebereitung unter dem Aspekt von Interaktionen

von

W. Opitz von Boberfeld

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

## 1. Einleitung

Die Wirkung von selektierten, stabilisierten Laktobakterien-Konzentraten ist auf das Gärergebnis und die Futterqualität recht unterschiedlich (BECK 1975, PAHLOW 1982, HONIG und PAHLOW 1986, PAHLOW und HONIG 1986, MÜLLER et al. 1991, POTTHAST und KEINMANS 1991). Mögliche Ursachen dafür können sein: Erntetermin, Vorwelkegrad sowie flüchtige Stoffwechselprodukte bei der TS-Bestimmung des Gärfutters. Da sich die epiphytische Laktobakterienflora im Frühjahr und nach einer erfolgten Nutzung erst wieder etablieren und entwickeln muß, ist die Dichte offenbar vor allem im Frühjahr bei jungem Pflanzenmaterial vermindert (RUSER 1989, FEHRMANN und MÜLLER 1990, MÜLLER et al. 1991). Erhöhte TS-Gehalte mindern die Aktivität der Mikroben (MCDONALD et al. 1968, WEISSBACH et al. 1977, HAIGH 1990), so daß höhere Vorwelkegrade den Effekt begrenzen. Die Benutzung von Korrekturfaktoren oder Korrekturgleichungen zur Bewertung flüchtiger Verbindungen bei der TS-Bestimmung von Silagen setzt Informationen über den pH-Wert und die Konzentration flüchtiger Stoffwechselprodukte voraus (BERG und WEISSBACH 1976, WEISSBACH und KUHLA 1995). Fehlen diese Informationen, so ist die Gefahr der Unterbewertung vor allem bei milchsäurereichem Gärfutter groß; Laborexperimente und Fütterungsversuche kommen in solchen Fällen zu differierenden Wertungen (HENDERSON 1991, WEISE et al. 1991, SHARP et al. 1994, PIPPARD et al. 1996). Soll die Variabilität der Wirkung von Laktobakterien-Konzentrat analysiert werden, gilt es, die Fragenkreise Erntetermin, Vorwelkegrad und Korrekturgleichungen bei der TS-Bestimmung zu bewerten.

## 2. Material und Methoden

Zur Silierung wurden Reinbestände aus *Lolium perenne*, Sorte LIMES, (ANONYMUS 1995) gewählt. Die Bestände waren mit 60 kg N/ha und Nutzung, verabreicht als Kalkammonsalpeter, versorgt. Als Laktobakterienpräparat (= LAB) wurde ein Gemisch bestehend aus vier Stämmen von *Lactobacillus plantarum* und zwei Stämmen von *Enterococcus faecium*, Handelsprodukt Sila-Bac, benutzt. Aus dem Granulat wurde eine Suspension erstellt. Als Standardaufwand wurden 3,3 g in 2,0 l Wasser je t Frischmasse, was  $10^5$  cfu/g Frischmasse entspricht, benutzt. Darüber hinaus war in sämtlichen Serien zusätzlich eine reduzierte Aufwandmenge vorhanden, sie entsprach einem Drittel des Standardaufwandes. Als Silierbehälter wurden für sämtliche Versuchsserien 2,0 l-Gläser verwendet.

Die Serie zur Frage der Wirkung von Laktobakterien-Zusätzen in Abhängigkeit vom Erntetermin wies sechs Erntetermine des ersten Aufwuchses, beobachtet über zwei Jahre

und ergänzt um fünf Erntetermine des Sekundäraufwuchses vom ersten Beobachtungsjahr, auf. Das Siliergut wurde einheitlich auf 30 % TS vorgewelkt und 120 Tage gelagert. Um erschwerte Bedingungen zu schaffen, wurde das Material unzerkleinert siliert.

Die Serie zur Frage der Wirkung von Laktobakterien-Zusätzen in Abhängigkeit vom Vorwelkegrad erstreckte sich von den TS-Bereichen 16 % bis 57 % in sechs Stufen. Für einheitlichere Vorwelkegrade wurde das Material auf 3 cm gehäckselt und lediglich vier Tage gelagert, weil der Beginn der Fermentation hier von besonderem Interesse war.

Die wasserlöslichen Kohlenhydrate wurden mit Anthron nach YEMM und WILLIS (1954), die Pufferkapazität nach WEISSBACH (1967) bestimmt. Über den pH-Wert (ANONYMUS 1993), den  $\text{NH}_3\text{-N}$  (CONWAY und BYRNE 1933) am Rohprotein-N-Gehalt (ANONYMUS 1993) sowie den Gehalt an Gärssäuren und Alkohol (THEUNE 1979) wurde die Silagequalität beurteilt. Da der Milchsäure für die Kennzeichnung der Effizienz von Laktobakterien-Zusätzen eine besondere Eignung zukommt, ihre gaschromatographische Erfassung jedoch mit gewissen Unsicherheiten behaftet ist (v. LENGERKEN et al. 1990), erfolgte ihre quantitative Bestimmung colorimetrisch (HAAKER et al. 1983). Nach TILLEY und TERRY (1963) wurde die Verdaulichkeit der organischen Substanz und ergänzend nach DE BOEVER et al. (1988) die Enzymlöslichkeit der organischen Substanz geschätzt. Die Aero-Stabilität wurde über den Zeitraum charakterisiert, der für die Erhöhung der Temperatur des ausgelagerten Materiales um 1,5 °C notwendig war (HONIG 1990). Für die TS-Korrektur wurden die von BERG und WEISSBACH (1976) abgeleiteten pH-Wert-abhängigen Gleichungen benutzt. Durch die Anpassung von Funktionen mit möglichst hohem Bestimmtheitsmaß an die gemessenen Werte erfolgte die Verdichtung des Datenmateriales.

### **3. Ergebnisse**

#### **3.1 Erntetermin**

Einen Überblick über die TS-Erträge und die Zucker/Pufferkapazitäts-Quotienten vermittelt Abbildung 1. Sowohl der Beginn des Wachstums als auch die Wachstumsraten sind jahregeprägt. Während die Konzentration wasserlöslicher Kohlenhydrate jahreabhängig ist, nimmt die Pufferkapazität jahreunabhängig über die Beobachtungszeit hinweg kontinuierlich ab. Abgesehen von einer Ausnahme liegen die Zucker/Pufferkapazitäts-Quotienten oberhalb des kritischen Bereiches.

Die pH-Werte und Konzentrationen der Milchsäure spiegelt Abbildung 2 wider; demzufolge ist die Verwendung von Laktobakterien-Zusätzen (= LAB) bei einem frühen Erntetermin besonders effizient. Zwischen dem Standardaufwand und der um ein Drittel reduzierten Aufwandmenge besteht kein Unterschied, die Funktionen der Abbildung 2 und 3 stellen das Mittel der beiden Aufwandstufen dar. Aus den  $\text{NH}_3\text{-N}$  – bezogen auf die Rohprotein-N-Gehalte – sowie der in vitro-Verdaulichkeit der organischen Substanz nach TILLEY und TERRY (1963) mit korrigierten TS-Gehalten nach BERG und WEISSBACH (1976) der Abbildung 3 geht gleichfalls der zeitabhängig positive Effekt des Zusatzes von Laktobakterien hervor; das Merkmal Enzymlöslichkeit der organischen Substanz führt zu dem gleichen Schluß. Während die Differenzen in den  $\text{NH}_3\text{-N}$ -Gehalten zu den frühen Ernteterminen markant ausgeprägt sind, manifestieren sich die Unterschiede in der in vitro-Verdaulichkeit zu den späteren Schnitterminen nachhaltig. Da die Essig-, Propion-, Buttersäure- sowie die Ethanolkonzentrationen stets äußerst gering sind, weisen diese Merkmale keine Differenzierung auf. Ein systematisch gleichgerichteter Einfluß der Laktobakterien-

bakterien-Zusätze auf die Aero-Stabilität besteht nicht. Die Neigung zur Nachgärung ist ebenso nicht ernteterminabhängig.

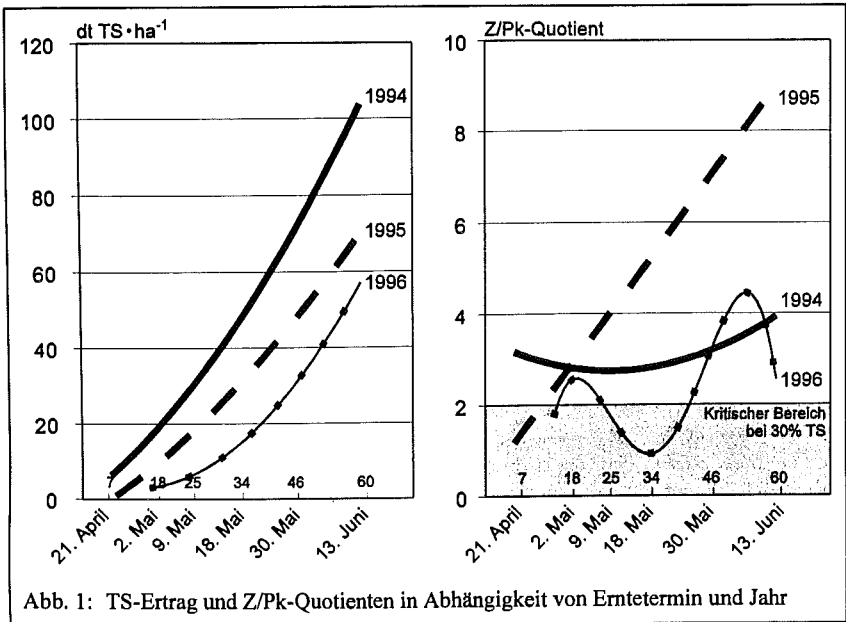


Abb. 1: TS-Ertrag und Z/Pk-Quotienten in Abhängigkeit von Erntetermin und Jahr

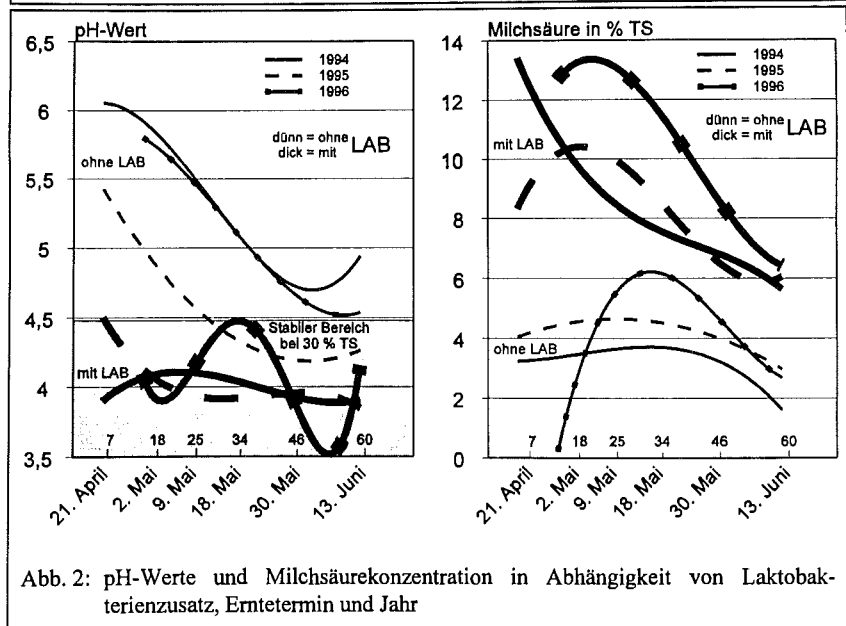


Abb. 2: pH-Werte und Milchsäurekonzentration in Abhängigkeit von Laktobakterienzusatz, Erntetermin und Jahr

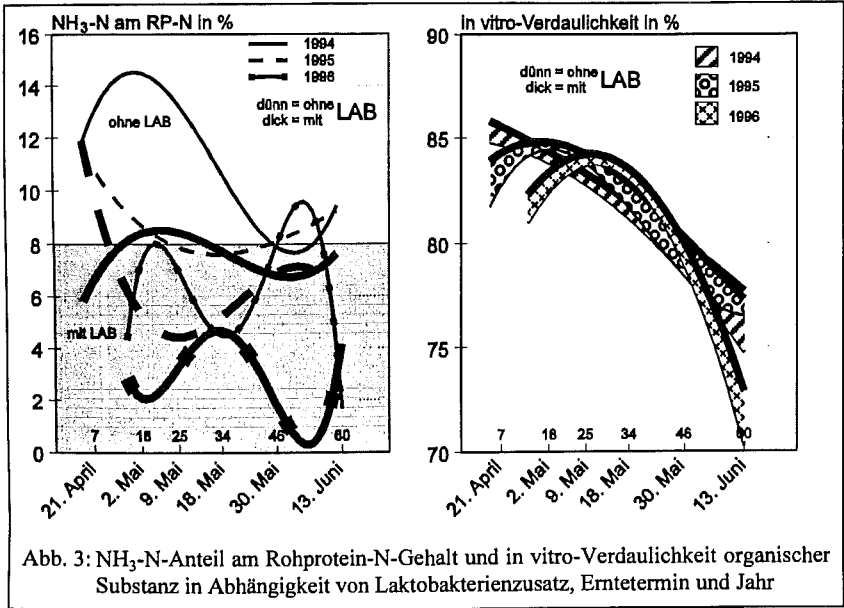


Abb. 3:  $\text{NH}_3\text{-N}$ -Anteil am Rohprotein-N-Gehalt und in vitro-Verdaulichkeit organischer Substanz in Abhängigkeit von Laktobakterienzusatz, Erntetermin und Jahr

### 3.2 Vorwelkegrad

Die Bedeutung des Vorwelkegrades auf die Effizienz von Laktobakterien-Zusätzen am Beginn der Fermentation geht aus Abbildung 4 hervor. Den Differenzen der Funktionen ist zu entnehmen, daß Laktobakterien-Zusätze insbesondere bei Naßsilagen wirksam sind; bei TS-Gehalten von > 50 % ist dagegen die Wirkung stark eingeschränkt.

### 3.3 Trockensubstanzkorrektur

Futterqualitätskriterien, wie u.a. die in vitro-Verdaulichkeit organischer Substanz, werden auf die Trockensubstanz bezogen. Bei TS-Bestimmungen über Ofentrocknung besteht - im Gegensatz zur Futtervorlage im Stall - die Gefahr, daß flüchtige Stoffwechselprodukte der Gär Mikroben nicht erfaßt werden. In Zusammenhang mit der hier bearbeiteten Fragestellung kann es bei milchsäu-

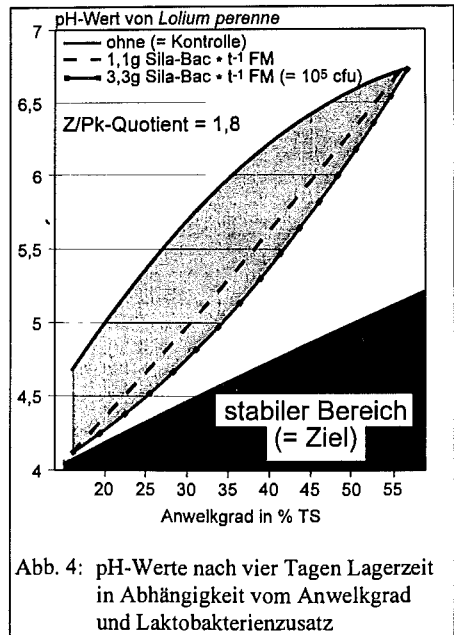


Abb. 4: pH-Werte nach vier Tagen Lagerzeit in Abhängigkeit vom Anwelkegrad und Laktobakterienzusatz

rereichen Silagen zu einer Unterbewertung der in vitro-Verdaulichkeit organischer Substanz kommen, da durch die Verflüchtigung verschiedener Verbindungen die Bezugsbasis nicht mehr stimmt. Zu dieser Problematik vermittelt Abbildung 5, daß die pH-Wert-abhängige TS-Korrektur über Gleichungen (BERG und WEISSBACH 1976) unter Einbeziehung der unabhängigen Variablen flüchtige Fettsäuren, Milchsäure, Alkohole und Ammoniak mit den jeweiligen Flüchtigkeitskoeffizienten zu relevanten Unterschieden führt. Somit können in vitro- und in vivo-Bewertungsverfahren generell, wie auch in Zusammenhang mit Laktobakterien-Zusätzen zu unterschiedlichen Wertungen führen.

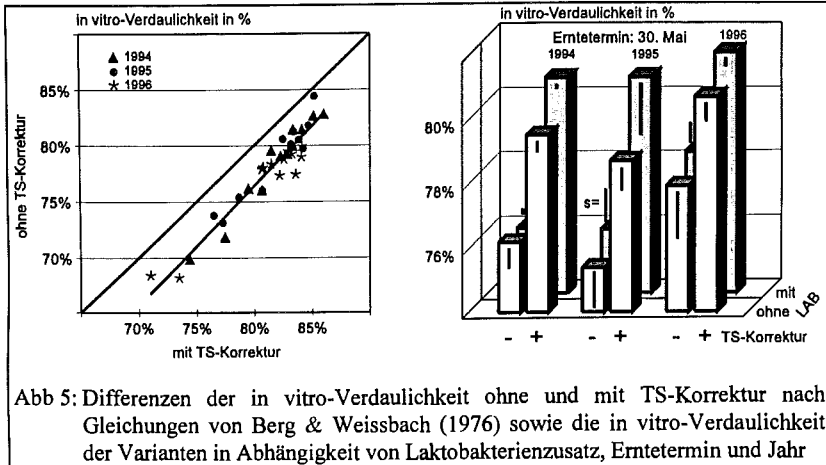


Abb 5: Differenzen der in vitro-Verdaulichkeit ohne und mit TS-Korrektur nach Gleichungen von Berg & Weissbach (1976) sowie die in vitro-Verdaulichkeit der Varianten in Abhängigkeit von Laktobakterienzusatz, Erntetermin und Jahr

#### 4. Diskussion

Die Effizienz selektierter stabilisierter Laktobakterien-Konzentrate bei der Gewinnung von Grassilagen wird - bezogen auf das Gärergebnis - nachhaltig durch den Erntetermin geprägt. Je früher der Primäraufwuchs geerntet wird, desto größer ist der Effekt, was offenbar in Zusammenhang mit dem natürlichen Besatz (RUSER 1989, FEHRMANN und MÜLLER 1990, MÜLLER et al. 1991) steht. Zur Dynamik der Fermentation weist Abbildung 4 aus, daß der Zusatz bereits bei einer kurzen Lagerzeit zu einer Differenzierung führt; das ist für die Ausschaltung von Konkurrenten von praktischer Relevanz. Entsprechend Abbildung 6 ist der Effekt des Erntetermines beim Sekundäraufwuchs auch nachweisbar, er ist allerdings nicht so markant wie bei frühen Schnitterminen der Primäraufwüchse, vgl. Abb. 2. Den Abbildungen 2 und 3 entsprechend, ist - bezogen auf den Erntetermin - in der Wirksamkeit der Laktobakterien-Zusätze zwischen der Gärqualität und der Veränderung des Futterwertes zu unterscheiden. Selbst bei späten Schnitterminen erfolgt durch die Zusätze noch eine Verbesserung der Verdaulichkeit organischer Substanz. Wird das Merkmal Enzymlöslichkeit der organischen Substanz betrachtet, läßt sich der gleiche Schluß ziehen. Im Gegensatz zu in vivo-Bewertungen (HENDERSON 1991, WEISE et al. 1991, SHARP et al. 1994) läßt sich der Effekt bei in vitro-Verfahren nur nachweisen, wenn bei der TS-Bestimmung die flüchtigen Stoffwechselprodukte der Gärorganismen entsprechende Berücksichtigung (BERG und WEISSBACH 1976, WEISSBACH und KUHLE 1995) finden. In Zusammenhang mit dem Einsatz von Laktobakterien-Konzentraten setzt die TS-Korrektur Informationen über die pH-Wert-abhängigen Verluste flüchtiger

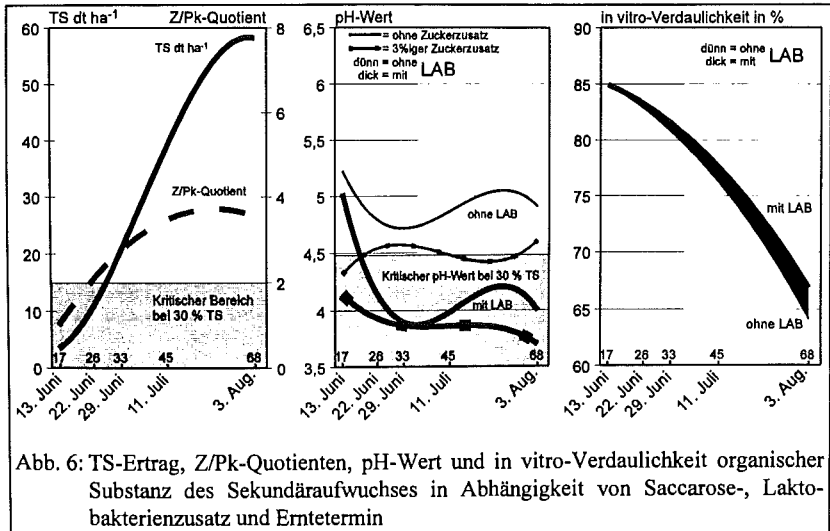


Abb. 6: TS-Ertrag, Z/Pk-Quotienten, pH-Wert und in vitro-Verdaulichkeit organischer Substanz des Sekundäraufwuchses in Abhängigkeit von Saccarose-, Laktobakterienzusatz und Erntetermin

Gärprodukte voraus; das Nichtvorhandensein der Kriterien bzw. die Nichtbeachtung der Problematik kommt als weitere Ursache für die unterschiedliche Wertung von Zusätzen infrage. Sofern ausreichend wasserlösliche Kohlenhydrate vorhanden sind, hat entsprechend Abbildung 4 - der Vorwelkegrad einen nachhaltigen Einfluß auf die durch Laktobakterien-Konzentrate geprägte Fermentation; bei einem TS-Gehalt zwischen 30 und 35 % ist die Differenz zwischen behandelt und unbehandelt am größten. Der gewählte TS-Gehalt von einheitlich 30 % in den Untersuchungsreihen zum Einfluß des Erntetermines muß im Hinblick auf das benutzte Laktobakterien-Konzentrat als optimal bewertet werden. Aufgrund sorgfältiger Applikation der Suspension, des ungehäckselten Materiales und des gewählten TS-Gehaltes ist die Bewertung der reduzierten Aufwandstufe zurückhaltend vorzunehmen. Andererseits kann davon ausgegangen werden, daß Aufwandsteigerungen über den Standardaufwand von  $10^5$  cfu/g Frischmasse keine veränderten Relationen gebracht hätten. Die Wirkung von Laktobakterien-Zusätzen auf die Aero-Stabilität nach HONIG (1990) zu den Ernteterminen ist unterschiedlich, ohne daß sich ein Grundmuster ableiten läßt; diese Beobachtungen werden durch Literaturhinweise (BECK 1975, PAHLOW 1982, HONIG und PAHLOW 1986) bestätigt.

## 5. Zusammenfassung

Der Einsatz von Laktobakterien-Konzentraten führt häufig zu unterschiedlichen Schlüssen. Ziel der Untersuchung war es, mögliche Ursachen für die Divergenz derartiger Resultate aufzuzeigen. Es galt daher, die Interaktionen Erntetermin x Zusatz, Vorwelkegrad x Zusatz und TS-Veränderungen x Zusatz zu erfassen. Als Basis für die Experimente dienten *Lolium perenne*, wirksame Laktobakterien-Konzentrate und Laborsilos. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Vom Erntetermin gehen Einflüsse auf die Wirksamkeit von Laktobakterien-Zusätzen aus. Der Effekt auf das Gärergebnis ist bei einem frühen Schnittermin besonders groß.

Im Vergleich zu Sekundäraufwüchsen ist die positive Beeinflussung der Fermentation durch Laktobakterien-Zusätze offenbar bei Primäraufwüchsen größer.

2. Die Verdaulichkeit organischer Substanz wurde durch die Zusätze auch noch bei späteren Ernteterminen günstig verändert. In vitro-Verfahren erfordern allerdings eine Korrektur des TS-Gehaltes um die flüchtigen Stoffwechselprodukte der Gär Mikroben, andernfalls lassen sich zusatzbedingte Unterschiede nicht erfassen.
3. Vom Vorwelkegrad gehen signifikante Wirkungen auf die Effizienz von Laktobakterien-Konzentraten aus; bei TS-Gehalten  $> 50\%$  ist ihre Wirksamkeit begrenzt.
4. Erntetermin, Vorwelkegrad und gärbioologisch bedingte Probleme bei der Erfassung des TS-Gehaltes sind signifikante Ursachen für die Streuung von zusatzgeprägten Gäregebnissen. Beim praktischen Einsatz und Mittelprüfungen gilt es, diese Varianzursachen zu beachten.

## 7. Literatur

- ANONYMUS, 1993: Die chemische Untersuchung 3. 3. Ergänzungslieferg. Hrsg. u. Verl. VDLUFA, Darmstadt.
- ANONYMUS, 1995: Beschreibende Sortenliste 1995 Gräser, Klee, Luzerne. Hrsg. Bundessortenamt, Hannover. Verl. Landb.-Verlagsges. Hannover.
- BECK, T., 1975: Beeinflussung der Nachgärung durch Siliermittel. Das wirtschaftseigene Futter **21**, 55-65.
- BERG, K. und F. WEISSBACH, 1976: Untersuchungen zur vollständigen Erfassung des Trockensubstanzgehaltes von Silagen. 1. Mitt.: Ermittlung der Stoffverluste bei der Trocknung von Silageproben. Arch. Tierernährg. **26**, 661-672.
- BOEVER, J.L. DE, B.G. COTTYN, J.I. ANDRIES, F.X. BUYASSE and J.M. VANACKER, 1988: The use of a cellulase technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of forage. Anim. Feed Sci. and Technology **19**, 247-260.
- CONWAY, E.J. and A. BYRNE, 1933: An absorption apparatus for the micro-determination of certain volatile substances. 1. The micro-determination of ammonia. Biochem. J. **27**, 419-429.
- FEHRMANN, E. und T. MÜLLER, 1990: Jahresverlauf des epiphytischen Mikrobenbesatzes auf einem Graslandstandort. Das wirtschaftseigene Futter **36**, 66-78.
- HAAKER, K., H.-J. BLOCK und F. WEISSBACH, 1983: Zur kolorimetrischen Milchsäurebestimmung in Silagen mit p-Hydroxydiphenyl. Arch. Tierernährg. **33**, 505-512.
- HAIGH, P.M., 1990: Effect of herbage water-soluble carbohydrate content and weather conditions at ensilage on the fermentation of grass silage made on commercial farms. Grass and Forage Sci. **45**, 263-271.
- HENDERSON, A.R., 1991: Biochemistry in forage conservation. Forage conservation towards 2000. Landbauforsch. Völkenrode Sonderh. **123**, 37-47.
- HONIG, H., 1990: Evaluation of aerobic stability. Grovfoder Grass and Forage Rep. Swed. Univ. Agric. Sci. **2**, 76-82.
- HONIG, H. und G. PAHLOW, 1986: Wirkungsweise und Einsatzgrenzen von Silage-Impfkulturen aus Milchsäurebakterien. 2. Mitt.: Wirkung von Anwelkgrad, Felddauer und Zuckerzusatz auf das Konservierungsergebnis bei Gras. Das wirtschaftseigene Futter **32**, 205-228.

- LENGERKEN, J. VON, V. MÜLLER und R. KÜHNE, 1990: Zur Bestimmung der Gärssäuren in Silagen. 1. Mitt.: Vergleich zwischen gaschromatischer und photometrischer Milchsäurebestimmung in Silagen, Störungen der Erfassung flüchtiger Fettsäuren. Arch. Anim. Nutr. 40, 509-515.
- MCDONALD, P., A.R. HENDERSON and A.W. MACGREGOR, 1968, Chemical changes and losses during the ensilage of wilted grass. J. Sci. Food Agric. 19, 125-132.
- MÜLLER, T., E. FEHRMANN, W. SEYFARTH und O. KNABE, 1991: Einfluß des mikrobiellen Epiphytenbesatzes von Futtergräsern auf die Qualität der Silagen. Das wirtschaftseigene Futter 37, 41-54.
- PAHLOW, G., 1982: Verbesserung der aeroben Stabilität von Silage durch Impfpräparate. Das wirtschaftseigene Futter 28, 107-122.
- PAHLOW, G. und H. HONIG, 1986: Wirkungsweise und Einsatzgrenzen von Silage-Impfkulturen aus Milchsäurebakterien. Das wirtschaftseigene Futter 32, 20-35.
- PIPPARD, C.J., M.G. PORTER, R.W.J. STEEN, F.J. GORDON, C.S. MAYNE, R.E. POOTS, E.F. UNSWORTH and D.J. KILPATRICK, 1996: A method for obtaining and storing uniform silage for feeding experiments. Anim. Feed Sci. and Technology 57, 87-95.
- POTTHAST, V. and J. KEINMANS, 1991: Chemical composition, course of fermentation, in vivo digestibility and in situ measurements in grass silage treated with PIONEER 1188 brand silage inoculant. Forage conservation towards 2000. Landbauforsch. Völknerode Sonderh. 123, 334-337.
- RUSER, B., 1989: The occurrence of lactic acid bacteria on forage crops. Proc. 16<sup>th</sup> Intern. Grassl. Congr. Nice 2, 977-978.
- SHARP, R., P.G. HOOPER and D.G. ARMSTRONG, 1994: The digestion of grass silages produced using inoculants of lactic acid bacteria. Grass and Forage Sci. 49, 42-53.
- THEUNE, H.H., 1979: Gaschromatische Bestimmung der kurzkettigen Fettsäuren einschließlich Äthanol und Milchsäure aus Gärfutter. Ein Methodenvergleich. Landw. Forschg. 26, Kongreßband 1978 Augsburg, Sonderh. 35, 540-547.
- TILLEY, J.M.A. and R.A. TERRY, 1963: A two-stage techniques for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18, 104-111.
- WEISE, G., O. KNABE and F. HERTWIG, 1991: Results regarding the influence of intermediate aerobic storage after unloading from silo on the digestibility of silages. Forage conservation towards 2000. Landbauforsch. Völknerode Sonderh. 123, 375-379.
- WEISSBACH, F., 1967: Die Bestimmung der Pufferkapazität der Futterpflanzen und ihre Bedeutung für die Beurteilung der Vergärbarkeit. Tagungsber. Akad. Landw.-Wiss. DDR, Berlin 22, 211-220.
- WEISSBACH, F., L. SCHMIDT, G. PETERS, E. HEIN, K. BERG, G. WEISE und O. KNABE, 1977: Methode und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit. 3. Aufl., Hrsg. Akad. Landw.-Wiss. DDR, Berlin.
- WEISSBACH, F. und S. KUHLA, 1995: Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfutter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. Übers. Tierernährg. 23, 189-214.



# Gäreignung von Kräutern des Wirtschaftsgrünlandes

von

Peter Daniel

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

## 1. Einleitung

Auf bewirtschafteten Wiesen und Weiden kommen zahlreiche Grünlandkräuter vor, deren Anteil in den Pflanzengemeinschaften von Standort, Nutzungszeitpunkt, -intensität und Düngung abhängig ist. Allgemein wird beklagt, daß mit der Intensivierung der Bewirtschaftung und Anwendung von Maßnahmen zur Bestandsführung auf dem Grünland die botanische Artenvielfalt vor allem bei Grünlandkräutern rückläufig ist. Mit der Extensivierung wird eine Wiederansiedlung und damit ein Anstieg der Grünlandkräuter erwartet. Nach einem von WEISSBACH (1998) durchgeführten Screening-Test sind einige dieser Grünlandkräuter schlecht vergärbare und enthalten zusätzlich sekundäre Inhaltsstoffe (STÄHLIN 1971). Die sekundären Inhaltsstoffe bieten Schutz gegen Verbiß von Pflanzenfressern und Kleinlebewesen, da sie diese hemmen und ihr Eindringen in die Pflanzenzellen teilweise sogar verhindern (GESSNER 1974). Bei der Silagebereitung können solche Stoffe die für die Gärung wichtigen Milchsäurebakterien beeinträchtigen oder sogar selektiv unerwünschte Gärfutterbewohner fördern. Über Effekte, die von Kräutern auf Gärverlauf und -qualität bei der Silierung ausgehen, berichten MAINZ (1995) und WEISSBACH (1998) ausführlich (MAINZ et al. 1996). Der Nachweis dieser Hemmwirkungen ist mit Kräutern schwer zu erbringen (WEISSBACH 1998). An Untersuchungen mit Wiesenknöterich (*Polygonum bistorta* L.), Wiesenstorchschnabel (*Geranium pratense* L.) und Wiesenkerbel (*Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm.) sollen Effekte aufgezeigt werden, die Kräuter in Gemischen mit Gräsern verursachen können. Die sekundären Inhaltsstoffe der untersuchten Kräuter gehören verschiedenen Stoffgruppen an. Wiesenknöterich enthält Tannin und Wiesenstorchschnabel Catechin, das sind stofflich gesehen Polyfructosane, die in die Zellwände als Gerbstoffe eingelagert werden und dort Schutzfunktionen erfüllen. Bei Wiesenkerbel kommen neben Phenol-Ligninen in der Zellwand auch ätherische Öle im Zellsaft und der Vakuole hinzu (GESSNER 1974), die die Pflanzen vor zu starkem Verbiß offenbar schützen (STÄHLIN 1971).

## 2. Material und Methoden

Untersucht wurden Kräuterreinbestände und Gemische mit 50 und 75% Gräseranteilen. Zum Vergleich wurden Gräserreinbestände herangezogen. Die für die Versuche benötigten Gräser und Kräuter wurden auf verschiedenen Wiesen geerntet, gehäckselt und anteilig gemischt. Danach wurde das Siliergut auf 30% Trockensubstanz vorgewelkt. Die Veränderung der Vergärbarkeit in ihrer Auswirkung auf Gärqualität wurde nach 4, 16, 32 und 90 Tagen untersucht. Siliert wurde in 1 Liter-Gläsern.

Die Proben für die Untersuchung der Vergärbarkeit wurden bei 60 °C getrocknet. Der Rohproteingehalt (XP) wurde nach dem VDLUFA-Verfahren (ANONYMUS 1997), die wasserlöslichen Kohlenhydrate (wLK) mit Anthron (YEMM und WILLIS 1954), die Pufferkapazität (Pk) durch Titration einer Suspension mit Milchsäure (WEISSBACH 1967)

bestimmt und daraus der wK/Pk-Quotient berechnet. Die Gärqualität dagegen wurde über die pH-Werte potenziometrisch (ANONYMUS 1997), der NH<sub>3</sub>-N-Gehalt vom Rohprotein-N (NH<sub>3</sub>-N/XP-N) mittels der Microdiffusionsmethode (CONWAY and BYRNE 1937), die flüchtigen Gärsubstanzen und Alkohole gaschromatographisch (THEUNE 1979) und die Milchsäure kolorimetrisch (HAACKER et al. 1983) aus wäßrigen Auszügen frischer Silagen analysiert.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Vergärbarkeit

Die untersuchten Kräuter unterscheiden sich in ihrer Vergärbarkeit markant. Charakteristisch für alle drei Arten ist, daß sie wenig wK enthalten, vgl. Tabelle 1. Wird eine

**Tab. 1: Vergärbarkeit im Siliergut von Kräuter-Grasgemischen**

Mischung Kräuter/Gras	1. Versuchsjahr				2. Versuchsjahr			
	wK % T	XP % T	Pk gMS/100g	wK/Pk % T	wK % T	XP % T	Pk gMS/100g	wK/Pk % T
Wiesenstorchschnabel ( <i>Geranium pratense</i> L.)								
0/100	5,8	16,8	7,8	0,74	10,4	18,3	9,5	1,10
25/75	5,3	17,1	6,8	0,78	11,1	16,6	8,3	1,34
50/50	5,1	17,7	6,3	0,80	9,4	14,9	7,3	1,29
100/0	4,0	19,3	6,0	0,62	8,0	9,8	5,2	1,55
GD 5%	0,28	0,54	0,80	0,102	0,95	1,15	0,54	0,333
Wiesenknöterich ( <i>Polygonum bistorta</i> L.)								
0/100	15,8	6,0	2,3	6,97	5,5	17,9	4,6	1,21
25/75	12,2	7,6	2,6	4,74	5,2	17,6	4,7	1,10
50/50	9,6	9,4	3,1	3,11	3,7	18,5	4,8	0,78
100/0	2,5	15,6	4,7	0,54	2,9	21,9	5,8	0,52
GD 5%	0,49	0,22	0,11	0,142	0,45	0,75	0,33	0,209
Wiesenerbel ( <i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.)								
0/100	4,6	13,5	3,5	1,30				
25/75	4,9	13,4	4,6	1,07				
50/50	7,9	12,8	5,4	1,46				
100/0	7,2	11,9	7,9	0,91				
GD 5%	0,43	0,59	0,37	0,090				

Reihung nach wK-Gehalten vorgenommen, so sind sie am niedrigsten beim Wiesenknöterich, gefolgt von Wiesenstorchschnabel und Wiesenerbel. In Gemischen mit Gräsern, die häufig höhere wK-Gehalte haben, führen die Kräuter zu einer Abnahme der wK-Konzentration. Die Höhe der Verdünnung oder Zunahme der wK entspricht dem zugemischten Kräuteranteil. Gleiche Effekte sind bei XP-Gehalten zu beobachten. Hohe XP-Gehalte hat der Wiesenknöterich. Wiesenerbel und Wiesenstorchschnabel zählen zu den Arten mit mittleren XP-Gehalten, vgl. Tabelle 1. Der Einfluß der Kräuter auf die Pk ist, entsprechend Tabelle 1, dagegen von der Pflanzenart abhängig. Wiesenerbel und Wiesenstorchschnabel haben eine höhere Pk als Wiesenknöterich. In Abhängigkeit von der Pk der Gräser führt die Zumischung von Wiesenstorchschnabel zu einer niedrigeren, die von Wiesenknöterich und Wiesenerbel zu einer höheren Pk in den Gemischen. Gemessen an der Pk verschlechtern Kräuter die Vergärbarkeit im Siliergut. Die

berechneten wK/Pk-Quotienten liegen mit Ausnahme von Wiesenknöterich im Siliergut aller Varianten unter 2,7, vgl. Tabelle 1.

### 3.2 Gärqualität

Anhand der pH-Werte, vgl. Tabelle 2, sind alle Silagen nicht zu beanstanden. In allen Kräuter-, Misch- und Grassilagen entsprechen die ermittelten pH-Werte denen von stabilen Silagen. Kräutersilagen aus Wiesenstorchschnabel und Wiesenknöterich enthalten im Verhältnis zu ihren pH-Werten wenig Milch- und Essigsäure, vgl. Tabellen 3 und 4. Hervorzuheben sind die niedrigen Milch- und Essigsäuregehalte im Vergleich zu Grassilagen bei Wiesenstorchschnabel. Wiesenkerbel hat normale Milch- und Essigsäuregehalte. Kräuter beeinflussen diese Gehalte auch in Mischsilagen. Bei Wiesenstorchschnabel und Wiesenknöterich nehmen sie ab, bei Wiesenkerbel zu. Am stärksten ist die Säuerung bis zum 4. Tag, am 16. Tag ist sie bereits beendet. Danach erhöhen sich die Milch- und Essigsäuregehalte nur gering. Kräuter beeinflussen auch die  $\text{NH}_3\text{-N/XP-N}$ -Gehalte der Silagen stark, vgl. Tabelle 5. Den größten Einfluß hat hierbei der untersuchte Wiesenstorchschnabel. In Gemischen mit Wiesenstorchschnabel werden die  $\text{NH}_3\text{-N/XP-N}$ -Gehalte mit höheren Kräuteranteilen niedriger. Bei Wiesenknöterich- und Wiesenkerbel-Silagen sowie in Mischsilagen mit Gräsern ist der Einfluß der Kräuter auf die  $\text{NH}_3\text{-N/XP-N}$ -Gehalte unbedeutend. In allen Varianten nehmen die  $\text{NH}_3\text{-N/XP-N}$ -Gehalte mit der Gärdauer zu. Der für beginnenden Verderb zeugende Grenzwert von 10% wird in der Regel erst nach 90 Tagen erreicht. Bei Grassilagen werden so hohe Werte teilweise schon nach 16 Tagen Gärdauer ermittelt. Es hat den Anschein, daß in Kräutersilagen, vor allem mit Wiesenstorchschnabel, Rohprotein geschützt wird. Aus den Untersuchungen geht ferner hervor, daß Kräuter die Alkoholgehalte in Silagen nicht

**Tab. 2: pH-Werte in Silagen aus Kräutern, Gräsern und deren Gemischen**

Mischung Kräuter/Gras	1. Versuchsjahr				2. Versuchsjahr			
	4. Tag	16. Tag	32. Tag	90. Tag	4. Tag	16. Tag	32. Tag	90. Tag
<i>Wiesenstorchschnabel (Geranium pratense L.)</i>								
0/100	5,6	5,9	5,0	4,8	5,2	5,0	4,8	5,0
25/75	5,4	5,0	4,9	4,7	5,1	4,9	4,8	4,9
50/50	5,1	4,7	4,7	4,6	5,1	4,8	4,7	4,8
100/0	4,9	4,7	4,6	4,5	5,1	4,7	4,6	4,7
GD 5%	0,06	0,10	0,10	0,08	0,33	0,10	0,21	0,08
<i>Wiesenknöterich (Polygonum bistorta L.)</i>								
0/100	5,8	5,1	4,8	4,7	5,1	4,8	4,7	4,5
25/75	5,2	4,9	4,7	4,8	5,0	4,7	4,7	4,5
50/50	5,5	5,2	4,8	4,7	5,1	4,9	4,7	4,4
100/0	6,1	5,2	5,4	5,5	4,9	4,8	4,7	4,6
GD 5%	0,29	0,50	0,28	0,29	0,05	0,06	0,05	0,05
<i>Wiesenkerbel (Anthriscus sylvestris (L.) Hoffm.)</i>								
0/100	4,9	4,8	4,7	4,5				
25/75	5,0	5,0	5,0	4,7				
50/50	5,3	4,9	4,9	4,7				
100/0	5,9	5,5	5,4	5,1				
GD 5%	0,15	0,13	0,08	0,33				

**Tab. 3: Milchsäuregehalte (% T) in Silagen aus Kräutern, Gräsern und deren Gemischen**

Mischung Kräuter/Gras	1. Versuchsjahr				2. Versuchsjahr			
	4. Tag	16. Tag	32. Tag	90. Tag	4. Tag	16. Tag	32. Tag	90. Tag
Wiesenstorchschnabel ( <i>Geranium pratense</i> L.)								
0/100	2,8	5,6	6,3	7,6	4,5	6,3	7,4	7,8
25/75	2,8	5,1	6,2	6,6	5,0	5,8	6,6	6,8
50/50	2,4	4,5	5,6	5,2	4,9	4,9	5,4	5,5
100/0	0,7	2,1	2,7	2,9	1,4	0,7	0,6	0,7
GD 5%	0,25	1,01	0,99	0,81	1,41	1,24	0,92	1,16
Wiesenknöterich ( <i>Polygonum bistorta</i> L.)								
0/100	1,2	2,1	2,7	1,8	2,2	3,2	3,6	4,6
25/75	1,8	2,7	2,8	2,6	2,4	3,6	3,7	4,7
50/50	1,7	2,8	2,9	2,4	2,0	2,9	3,4	4,6
100/0	0,6	1,0	1,4	0,9	0,5	1,6	2,4	3,1
GD 5%	0,08	0,05	0,11	0,15	0,42	0,22	0,17	0,31
Wiesenerbel ( <i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.)								
0/100	1,7	2,7	3,0	4,0				
25/75	2,1	3,1	3,6	4,8				
50/50	1,8	3,5	3,9	4,7				
100/0	2,2	4,3	5,3	6,2				
GD 5%	0,40	0,55	0,33	0,67				

**Tab. 4: Essigsäuregehalte (% T) in Silagen aus Kräutern, Gräsern und deren Gemischen**

Mischung Kräuter/Gras	1. Versuchsjahr				2. Versuchsjahr			
	4. Tag	16. Tag	32. Tag	90. Tag	4. Tag	16. Tag	32. Tag	90. Tag
Wiesenstorchschnabel ( <i>Geranium pratense</i> L.)								
0/100	1,4	1,7	1,9	2,1	0,7	0,9	1,2	1,4
25/75	1,1	1,5	1,7	2,0	0,7	1,0	1,1	1,2
50/50	0,9	1,3	1,4	1,7	0,5	0,7	0,9	1,1
100/0	0,3	0,4	0,5	0,7	0,1	0,2	0,2	0,2
GD 5%	0,12	0,18	0,27	0,42	0,21	0,30	0,23	0,25
Wiesenknöterich ( <i>Polygonum bistorta</i> L.)								
0/100	0,1	0,3	0,4	0,2	0,3	0,6	0,7	0,8
25/75	0,5	0,9	1,0	0,7	0,3	0,6	0,7	0,8
50/50	0,6	0,8	1,0	0,7	0,3	0,6	0,7	0,9
100/0	0,7	1,2	1,6	1,8	0,1	0,3	0,6	0,7
GD 5%	0,06	0,07	0,03	0,11	0,03	0,05	0,10	0,05
Wiesenerbel ( <i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.)								
0/100	0,4	0,6	0,7	1,0				
25/75	0,7	0,9	1,0	1,2				
50/50	0,6	1,0	1,0	1,4				
100/0	1,2	1,7	1,8	2,2				
GD 5%	0,18	0,08	0,12	0,16				

**Tab. 5: NH<sub>3</sub>-N/XP-N (% T) in Silagen aus Kräutern, Gräsern und deren Gemischen**

Mischung Kräuter/Gras	1. Versuchsjahr				2. Versuchsjahr			
	4. Tag	16. Tag	32. Tag	90. Tag	4. Tag	16. Tag	32. Tag	90. Tag
<b>Wiesenstorchschnabel (<i>Geranium pratense</i> L.)</b>								
0/100	8,3	10,9	11,6	13,1	9,0	11,4	16,8	14,8
25/75	7,2	8,4	9,8	11,1	7,7	7,9	8,6	7,6
50/50	5,6	6,6	8,4	8,9	4,9	5,2	5,9	5,4
100/0	4,1	5,9	7,8	7,4	1,8	2,4	2,6	2,6
GD 5%	0,85	1,04	3,28	1,21	3,12	3,31	1,67	1,95
<b>Wiesenknöterich (<i>Polygonum bistorta</i> L.)</b>								
0/100	9,7	10,3	12,1	11,4	4,3	6,7	7,8	9,6
25/75	7,7	9,3	10,5	11,1	4,5	6,8	8,3	9,2
50/50	6,9	10,2	9,7	11,8	5,9	7,7	8,9	10,2
100/0	6,9	6,6	7,9	11,9	4,8	6,2	8,4	9,1
GD 5%	0,29	0,26	0,28	0,05	0,54	1,23	0,26	0,67
<b>Wiesengerbelle (<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.)</b>								
0/100	4,4	6,3	6,9	10,0				
25/75	4,9	7,7	10,5	11,8				
50/50	2,6	4,4	6,2	8,5				
100/0	5,7	8,4	11,1	14,7				
GD 5%	0,86	1,50	1,47	1,84				

**Tab. 6: Alkoholgehalte (% T) in Silagen aus Kräutern, Gräsern und deren Gemischen**

Mischung Kräuter/Gras	1. Versuchsjahr				2. Versuchsjahr			
	4. Tag	16. Tag	32. Tag	90. Tag	4. Tag	16. Tag	32. Tag	90. Tag
<b>Wiesenstorchschnabel (<i>Geranium pratense</i> L.)</b>								
0/100	0,3	0,3	0,3	0,3	0,9	1,1	1,3	1,4
25/75	0,3	0,3	0,3	0,3	0,9	0,9	0,9	1,1
50/50	0,3	0,3	0,3	0,2	0,7	0,7	0,9	1,1
100/0	0,3	0,4	0,4	0,4	0,6	0,9	0,9	1,8
GD 5%	0,02	0,06	0,06	0,10	0,25	0,35	0,30	0,77
<b>Wiesenknöterich (<i>Polygonum bistorta</i> L.)</b>								
0/100	1,0	1,3	1,7	1,5	0,3	0,4	0,4	0,4
25/75	0,8	0,9	1,1	1,1	0,3	0,4	0,4	0,4
50/50	0,6	0,8	0,9	0,9	0,2	0,3	0,3	0,3
100/0	0,4	0,5	0,5	0,5	0,1	0,2	0,2	0,2
GD 5%	0,16	0,11	0,24	0,15	0,05	0,05	0,08	0,07
<b>Wiesengerbelle (<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.)</b>								
0/100	0,5	0,6	0,8	0,7				
25/75	0,5	0,6	0,7	0,7				
50/50	0,3	0,5	0,5	0,6				
100/0	0,4	0,7	0,7	0,8				
GD 5%	0,08	0,10	0,13	0,10				

beeinflussen, da im Vergleich zu Silagen aus Gras keine Unterschiede bestehen, vgl. Tabelle 6. Den Untersuchungen kann auch entnommen werden, daß in Silagen aus Kräutern keine Buttersäure entsteht.

#### 4. Diskussion

Die Vergärbarkeit wird über die wK, Pk, den aus beiden berechneten wK/Pk-Quotienten und über den aus der Trockenmasse berechneten Vergärbarkeitsquotienten definiert (WEISSBACH et al. 1996). Eine große Rolle für das Gelingen von Silagen spielt aber auch der epiphytische Besatz mit Milchsäurebakterien. Dieser kann über Vorwelken oder Beimpfen beeinflusst werden. Auf den Gärverlauf in den Silagen übt auch der Nitratgehalt einen nicht unerheblichen Einfluß aus. Um die Tätigkeit von Gärscädlingen vor allem aus der Gruppe der Clostridien zu mindern, sollten im Siliergut bis zu 0,05% NO<sub>3</sub> enthalten sein (SPOELSTRA 1991, KAISER et al. 1997 a, b). Bei Erfüllung aller Bedingungen müßten Silagen mit gutem Gärverlauf entstehen (WEISSBACH 1998). Das erste Problem, das mit Kräutern und Gräsern in ihrer Auswirkung auf den Gärverlauf in Silagen entsteht, liegt in deren niedrigen wK-Gehalten, die als Nährsubstrat für die Milchsäurebakterien dienen. Sollten die Milchsäurebakterien optimale Bedingungen vorfinden, darf im Siliergut der Gehalt an wK nicht unter 8% in der Trockenmasse abnehmen (WEISSBACH 1998). Eine der Ursachen für niedrige wK-Gehalte der untersuchten Kräuter Wiesenknöterich und Wiesenstorchschnabel sind sekundäre Inhaltsstoffe als Polyfructosane und Stärke (GESSNER 1974). Das zweite Problem mit Kräutern im Siliergut besteht aufgrund der hohen XP-Gehalte bzw. hoher Pk, sie verursachen einen hohen Milchsäurebedarf in der Phase der Ansäuerung am Beginn des Gärverlaufs (ISSELSTEIN 1994, MAINZ 1995, WEISSBACH 1998). Unter diesen Vorzeichen sind den hier bearbeiteten Kräutern und Gemischen schlechte Vergärbarkeit zu bescheinigen. Die berechneten wK/Pk-Quotienten liegen mit 0,74 bis 1,46 unter denen für einen guten Gärverlauf.

Nach ihren pH-Werten können die Silagen nicht beanstandet werden, die Säuerung aller Varianten ist nach 16 Tagen abgeschlossen. Die gemessenen pH-Werte entsprechen denen aus der Trockenmasse zu erwartenden. Es stellt sich die Frage: wie kommt es zu so guten Silagen, wenn die Milch- und Essigsäuregehalte in den Silagen aus Wiesenstorchschnabel und Wiesenknöterich niedrig sind? Bei Wiesenkerbel sind bei gleichen pH-Werten die Milch- und Essigsäuregehalte bedeutend höher. Nach Untersuchungen von MAINZ (1995) und WEISSBACH (1998) kann geschlossen werden, daß es eine Folge der niedrigen pH-Werte im Zellsaft von Wiesenstorchschnabel- und Wiesenknöterichsilagen ist, denn beide Kräuter enthalten sekundäre Inhaltsstoffe. Wiesenknöterich enthält Tannin und Wiesenstorchschnabel Catechin (GESSNER 1974, STÄHLIN 1971). Tannin und Catechin sind zwar Polyfructosane, sie enthalten aber auch neben Stärke freie Gallussäuren (ROTH et al. 1988, TEUSCHER 1989, SCHNEIDER 1990). Die freien Gallussäuren sind reaktionsfreudig und die Ursache für niedrige pH-Werte bereits zu Beginn der Gärung (TEUSCHER 1989). Es bestehen Unterschiede in der Wirksamkeit der einzelnen Kräuter. Im Wiesenstorchschnabel sind die Gehalte im Catechin an freien Gallussäuren besonders hoch und verursachen hier die niedrigen pH-Werte (ROTH et al. 1988, SCHNEIDER 1990). Tannin im Wiesenknöterich führt nicht sofort zu so niedrigen pH-Werten, im Zellsaft dieser Art sind die Gehalte an freier Gallussäure geringer. In Wiesenknöterich-Silagen ist die Gärdauer länger als die anfangs gemessenen pH-Werte zeigen. Wiesenstorchschnabel-Silagen haben schon am vierten Tag niedrige pH-Werte. Bei Wiesenkerbel, der als sekundäre Inhaltsstoffe Phenol-Lignine und ätherische Öle enthält

und keine freie Gallussäure, nehmen die pH-Werte noch langsamer ab. Bei dieser Art liegen die pH-Werte im Zellsaft im neutralen Bereich von 6.0 (MAINZ 1995). Die niedrigen Milch- und Essigsäuregehalte können in Kräuter- und ihren Mischsilagen durch die sekundären Inhaltsstoffe und die niedrigen wK-Gehalte resultieren. Richtiger erscheint es, daß die sekundären Inhaltsstoffe bei Wiesenknöterich und Wiesenstorchschnabel zu geringeren Gehalten von Milch- und Essigsäure beitragen, die aus unterschiedlich polymerisierten Fructosanen und Stärke bestehen; beide stehen den Bakterien jedoch nicht zur Verfügung (GESSNER 1974). Die Milchsäurebakterien können sie offensichtlich nicht mobilisieren. Die Nichtmobilisierung durch Milchsäurebakterien beruht darauf, daß die niedrigen pH-Werte, die durch die freien und reaktionsfreudigen Gallussäuren vor allem aus Catechin bei Wiesenstorchschnabel, die Stoffwechsellazentren in der Außenhaut der Gärfutterbewohner belegen und diese inaktivieren (ROTH et al. 1984, TEUSCHER 1989, SCHNEIDER 1996); darauf beruht eigentlich ihre antiseptische Wirkung. Als dritte Ursache für geringe Milchsäuregehalte in Kräuter- und Mischsilagen ist die Pk zu nennen (WEISSBACH 1998). In Wiesenstorchschnabel-Silagen ist die Pk in Kräutersilagen und deutlich abgestuft in Mischsilagen mit verschiedenen Kräuteranteilen am niedrigsten, daher auch das Bedürfnis, wenig Milch- und Essigsäure bis zur vollständigen Abpufferung zu bilden. Wenn bei Wiesenknöterich mehr Milch- und Essigsäure entsteht, so ist das unter anderem darauf zurückzuführen, daß infolge der höheren Pk mehr Milch- und Essigsäure zur Abpufferung entstehen muß und aus Tannin nicht so viel Gallussäure geliefert wird. Es werden nur soviel Säuren gebildet, wie zur Restabpufferung im System benötigt werden; danach tritt die sogenannte Selbststerilisation in den Vordergrund, die Bakterien sterben ab oder werden inaktiviert. Bei Wiesenkerbel dagegen entsprechen die gebildeten Milch- und Essigsäuren dem Bedarf für die Einsäuerung (WEISSBACH 1998). Kräuter, vor allem in Silagen aus Wiesenstorchschnabel, schützen durch die geringere Gärtätigkeit auch das Rohprotein. In beiden Untersuchungsjahren sind die  $\text{NH}_3\text{-N/XP-N}$ -Gehalte in Grassilagen am höchsten. Mit zunehmendem Kräuteranteil in den Silagen gehen die  $\text{NH}_3\text{-N/XP-N}$ -Gehalte zurück und sind in Wiesenstorchschnabel-Silagen am niedrigsten. Bei Silagen aus Wiesenknöterich und Wiesenkerbel ist ein derartiger Schutz des Rohproteins offenbar nicht zu beobachten (WEISSBACH 1998). Hefen werden nach vorliegenden Untersuchungen und nach der Literatur von den sekundären Inhaltsstoffen nicht beeinflusst. In den Alkoholgehalten bestehen keine Unterschiede zwischen Kräuter-, Misch- und Grassilagen (WEISSBACH 1998).

## 5. Zusammenfassung

In vorliegenden Untersuchungen wurde den Fragen auf Vergärbarkeit, Gärverlauf und Gärqualität von verbreiteten Kräutern Wiesenstorchschnabel, Wiesenknöterich und Wiesenkerbel, nachgegangen. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Alle drei Kräuter verfügen über geringe wK-Gehalte bei hohen XP-Gehalten und hoher Pk. Sie tragen in Gemischen mit Gräsern zur Verschlechterung der Vergärbarkeit bei.
- Die Qualität der Silagen gibt keinen Anlaß für Beanstandungen.
- Mit ihren Gerbstoffen Catechin und Tannin sowie den freien Gallussäuren tragen die Kräuter zur sofortigen pH-Absenkung in den Silagen und dadurch zur Verringerung des Eiweißabbaues und der Milch- und Essigsäuregärung bei.

## 6. Literatur

- ANONYM, 1997: Methodenbuch Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. 4. Ergänzungslieferung. VDLUFA-Verlag Darmstadt.
- CONWAY, E. J. und A. BYRNE, 1933: An absorption apparatus for the micro-determination of certain volatile substances. 1. The micro-determination of ammonia. B. Journal **27**, 419-429.
- GESSNER, O., 1974: Die Gift- und Arzneipflanzen von Mitteleuropa. Herausg. G. Orzechowski. 3. Auflage. Universitätsverlag Heidelberg.
- HAACKER, K., H.-J. BLOCK und F. WEISSBACH, 1983: Zur kolorimetrischen Milchsäurebestimmung in Silagen mit p-Hydroxydiphenol. Archiv f. Tierernährung **33**, 505-512.
- ISSELSTEIN, J., 1994: Zum futterbaulichen Wert verbreiteter Grünlandkräuter. Habilitationsschrift. Gießen.
- KAISER, E. und K. WEISS, 1997b: Zum Gärverlauf bei der Silierung von nitratarmem Grünfutter. 2. Mitt. Gärungsverlauf bei Zusatz von Nitrat, Nitrit, Milchsäurebakterien und Ameisensäure. Arch. Anim. Nutr. **50**, 187-200.
- KAISER, E., K. WEISS und J. ZIMMER, 1997a: Zum Gärverlauf bei der Silierung von nitratarmem Grünfutter. 1. Mitt. Gärungsverlauf in unbehandeltem Grünfutter. Arch. Anim. Nutr. **50**, 87-102.
- MAINZ, A.K., 1995: Futterqualität und Konservierungseigenschaften verbreiteter Grünlandkräuter. Diss. Gießen.
- MAINZ, A.K., J. ISSELSTEIN, P. DANIEL und W. OPITZ von BOBERFELD, 1996: Gäreigenschaften verbreiteter Grünlandkräuter. D. wirtschaftseigene Futter **42**, 125-136.
- ROTH, L., M. DAUNDERER und K. KORNMANN, 1988: Giftpflanzen-Pflanzengifte. Vorkommen, Wirkung, Therapie. Allergische und phototoxische Reaktionen. Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg-München.
- SCHNEIDER, G., 1990: Arzneidrogen. Ein Kompendium für Pharmazeuten, Biologen und Chemiker. B. J. Wissenschaftsverlag Mannheim/Wien/Zürich.
- SPOELSTRA, S., 1991: Chemical and biological additives in forage conservation. Landbauforschung Völkenrode. Sonderheft 123, 48-70.
- STÄHLIN, A., 1971: Gütezahlen von Pflanzenarten im frischen Grundfutter. D. wirtschaftseigene Futter, Sonderheft 5.
- TEUSCHNER, E., 1989: Pharmazeutische Biologie. Fr. Vieweg und Sohn, Braunschweig/Wiesbaden.
- THEUNE, H.H., 1979: Gaschromatographische Bestimmung der kurzkettigen Fettsäuren einschließlich Ethanol und Milchsäure aus Gärfutter. Ein Methodenvergleich. Landwirtsch. Forsch. **26**, Kongreßband 1978, 540-547.
- WEISSBACH, F. und H. HONIG, 1996: Über die Vorhersage und Steuerung des Gärungsverlaufes bei der Silierung von Grünfutter aus extensivem Anbau. Landbauforsch. Völkenrode **46**, 10-17.
- WEISSBACH, F., 1967: Die Bestimmung der Pufferkapazität der Futterpflanzen und ihre Bedeutung für die Beurteilung der Vergärbarkeit. Tagungsber. Deutsch. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin, **92**, 211-220.
- WEISSBACH, F., 1998: Untersuchungen über die Beeinflussung des Gärungsverlaufes bei der Bereitung von Silagen durch Wiesenkräuter verschiedener Spezies im Aufwuchs extensiv genutzter Wiesen. Landbauforsch. Völkenrode, Sonderheft 185.
- YEMM, E. and A.J. WILLIS, 1954: The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. Biochem. J. **57**, 508-514.



# **Futterbauliche Eigenschaften von *Agrostis capillaris* L., *Festuca rubra* L. und *Lotus corniculatus* L. in Abhängigkeit von Mischungsanteil und Nutzungsfrequenz**

von

Harald Laser

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

## **1. Einleitung**

Bei extensiver Bewirtschaftungsweise stehen umwelt- und nutzungsbedingte Ursachen für Variabilität in der botanischen Zusammensetzung der Narbe im Vordergrund. Diese bestimmt zusammen mit den Entwicklungsstadien der Arten zum Nutzungszeitpunkt die futterbaulichen Eigenschaften des Pflanzenmaterials. *Festuca rubra* und *Agrostis capillaris* sind die dominierenden Grasarten nährstoffarmer beweideter Grünlandstandorte in Mittelgebirgslagen und der Magerweiden des Flachlandes. Wichtigste Leguminose der als *Festuco-Cynosugetum* bezeichneten Pflanzengesellschaft ist *Lotus corniculatus*. Im Vergleich zu *Lolium perenne* sind die beiden Grasarten zwar qualitativ unterlegen, können aber für extensive Produktionsformen von akzeptablem Wert sein (FRAME 1991). Ziel dieses Beitrags ist die Darstellung des Einflusses der Konkurrenzbedingungen zwischen *Lotus corniculatus* und den beiden Grasarten auf die Ertragsleistung, die Futterqualität und die Siliereignung bei unterschiedlicher Nutzungsfrequenz und der Bedeutung des Nutzungszeitpunktes.

## **2. Material und Methoden**

Zur Untersuchung der Ertragsleistung, der Futterqualität und der Gäreignung von *Festuca rubra*, *Agrostis capillaris* und *Lotus corniculatus* unter variierenden Bedingungen wurde 1995 ca. 8 km südlich von Gießen 160 m ü. NN ein Freilandversuch angelegt. Parallel dazu wurden zur Einordnung der Leistungen von *Lotus corniculatus* diejenigen von *Trifolium repens* und *Trifolium pratense* unter gleichen Bedingungen gegenübergestellt. Die Jahresdurchschnittstemperatur betrug 1996 7,8°C, im darauffolgenden Jahr 8,1°C, und die Jahresniederschlagsmengen bezifferten sich auf 615 bzw. 554 mm. Die Faktoren des Hauptversuches und des Kleeartenvergleichs mit den dazugehörigen Stufen werden aus den Tabellen 1 und 2 ersichtlich. Innerhalb der Mischparzellen wurden dabei jeweils Leguminose und Gras drillreihenweise, räumlich getrennt ausgesät, so daß die Leguminose bei einem Mischungsverhältnis von 50/50 jede zweite, bei einem Verhältnis von 25/75 jede vierte Reihe einnahm. Auf diese Weise konnten die Arten getrennt von einander geerntet und analysiert und die Ertragsanteile ermittelt werden. Um Sorteneffekte zu minimieren wurden von jeder Art Mischungen aus zwei Sorten verwendet. *Lotus corniculatus* wurde als ein Gemisch aus den Sorten HOKI und ODENWÄLDER, *Agrostis capillaris* als Gemisch aus LITENTA und TENDENZ angesät. Von *Festuca rubra* wurden die Unterarten *Festuca rubra rubra*, Sorte NFG-Th. Roemer, und *Festuca rubra commutata*, Sorte ODRA, gemischt. Alle Varianten blieben ungedüngt. Das Ansaatjahr 1995 diente nur der Etablierung der Arten. In den beiden

Folgejahren wurde zu den in Tabelle 3 angegebenen Terminen geerntet. Ein Teil der Reihen wurde per Hand geerntet, der Rest wurde durch einen Vollernter erfaßt. Das nach Trocknung gemahlene Pflanzenmaterial wurde auf seinen Rohproteingehalt nach der Methode von KJELDAHL analysiert (ANONYMUS 1997) und seine Energiedichte mit dem Hohenheimer Futterwerttest (STEINGASS und MENKE 1986; MENKE und STEINGASS 1987) geschätzt.

**Tab. 1:** Varianten des *Lotus corniculatus*-Versuches

Faktoren	Stufen
1. Nutzungsfrequenz	1.1 zwei Schnitte pro Jahr 1.2 vier Schnitte pro Jahr
2. Mischungsverhältnis <i>Lotus corniculatus</i> zu Gräsern	2.1 100/ 0 2.2 50/ 50 2.3 25/75 2.4 0/100
3. Grasart	3.1 <i>Festuca rubra</i> 3.2 <i>Agrostis capillaris</i>
Spaltanlage mit vier Wiederholungen	

**Tab. 2 :** Varianten des Kleeartenvergleichs

Faktoren	Stufen
1. Nutzungsfrequenz	1.1 zwei Schnitte pro Jahr 1.2 vier Schnitte pro Jahr
2. Mischungsverhältnis Leguminosen zu <i>Festuca rubra</i>	2.1 100/ 0 2.2 50/ 50 2.3 0/100
3. Leguminosenart	3.1 <i>Lotus corniculatus</i> 3.2 <i>Trifolium repens</i> 3.3 <i>Trifolium pratense</i>
Spaltanlage mit drei Wiederholungen	

**Tab. 3:** Erntetermine

	1. Hauptnutzungsjahr		2. Hauptnutzungsjahr	
	4	2	4	2
Anzahl der Nutzungen	4	2	4	2
	28.05.96		03.06.97	
	02.07.96	02.07.96	08.07.97	08.07.97
	12.08.96		19.08.97	
	22.10.96	22.10.96	14.10.97	14.10.97

Parallel dazu wurde der Gehalt an ADF und ADL untersucht (ANONYMUS 1997). Zur Beurteilung der Gärfähigkeit wurde der Zucker/Pufferkapazitäts-Quotient herangezogen. Dazu wurde der Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten durch die Anthronmethode (YEMM und WILLIS 1954) und die Pufferkapazität nach WEISSBACH (1967) ermittelt. Zur Schätzung der N<sub>2</sub>-Fixierung von *Lotus corniculatus* in Monokultur und in den verschiedenen Mischungen wurde aus versuchstechnischen Gründen der einfachen Differenzmethode Vorzug gegenüber <sup>15</sup>N-Methoden gegeben. Als Referenzfrüchte dienten die Reinbestände von *Agrostis capillaris* und *Festuca rubra*. Die Stickstoffentzüge der Arten wurden durch Multiplikation der TS-Erträge mit den ermittelten Rohprotein-Stickstoffgehalten ermittelt. Nach WILLIAMS et al. (1977), BOLLER & NÖSBERGER (1987) und LOGES et al. (1997) besteht zwischen der <sup>15</sup>N-Verdünnungsmethode und der Differenzmethode zumindest bei niedrigen Stickstoffgehalten eine recht enge Korrelati-

on. Nach STÜLPNAGEL (1982) und BECKMANN (1998) liefert die einfache Differenzmethode gegenüber der erweiterten etwas niedrigere Werte, das Verhältnis der Werte bei der Verfahren ist aber offenbar annähernd proportional, so daß die einfache Differenzmethode zur Darstellung der Relationen der Stickstoff-Fixierung im Vergleich mehrerer Leguminosen ausreicht. Für die Charakterisierung der Konkurrenzwirkungen in den Mischparzellen wurden die Relativen Gesamterträge (=RYT) nach DE WIT (1960) berechnet.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 TS-Ertrag und Ertragsanteile

Aus Abb. 1 wird ersichtlich, daß die Grasreinsaaten deutlich niedrigere TS-Erträge erzielen als die Reinsaaten von *Lotus corniculatus* und die Mischparzellen. Die Erträge von *Festuca rubra* sind höher als die von *Agrostis capillaris*. *Festuca rubra* ist auch in der Mehrzahl der Mischungen ertragreicher als entsprechende Varianten mit *Agrostis capillaris*. Die Anteile der Leguminosen in den Mischungen sind stets höher als der ursprüngliche Mischungsanteil. Die Dominanz von *Lotus corniculatus* ist in Mischung mit *Agrostis capillaris* ausgeprägter als mit *Festuca rubra*. Die TS-Erträge bei viermaliger Nutzung sind geringer als bei niedriger Nutzungsfrequenz. Während sich eine höhere Schnittfrequenz in den Mischungen mit *Agrostis capillaris* auch auf den Ertrag von *Lotus corniculatus* auswirkt, ist der Unterschied zwischen den Nutzungsstufen bei den Varianten mit *Festuca rubra* in erster Linie auf die geringeren Graserträge zurückzuführen.

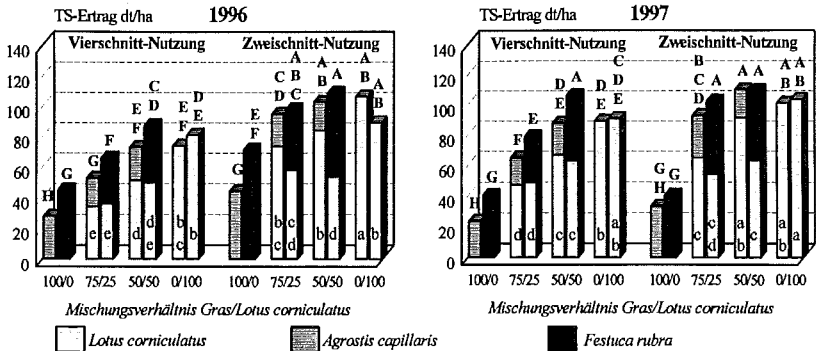


Abb. 1: Gesamte und nach Arten getrennte TS-Erträge in Abhängigkeit von Grasarat, Nutzungsfrequenz und Mischungsverhältnis von Gras zu *Lotus corniculatus*

Die RYT-Werte, die sowohl für Mischungen mit *Festuca rubra* als auch mit *Agrostis capillaris* deutlich über 1 liegen, belegen Synergismen zwischen den Gräsern und *Lotus corniculatus*. Eine Dominanz von *Lotus corniculatus* gegenüber den Gräsern läßt sich auch für das zweite Hauptnutzungsjahr feststellen. Insbesondere die Mischungen sind 1997 ertragreicher als im Jahr zuvor, was zum Teil durch das milde Frühjahr und dem dadurch früheren Beginn der Vegetationsperiode erklärt werden kann. Die Jahreserträge der Reinsaaten von *Agrostis capillaris* werden im zweiten Hauptnutzungsjahr bei viermaliger Nutzung zu 58 % im ersten Schnitt und zu 38 % im zweiten erzielt. Bei *Festuca rubra* stammen 83 % des gesamten Ertrages aus dem ersten Schnitt. Nur bei den Varien-

### 3.2 Frischfutterqualität

Wie Abb. 2 zeigt, nimmt die **Energiedichte** der Aufwüchse erwartungsgemäß mit fortschreitendem Alter der Aufwüchse ab. Davon ist *Festuca rubra* in wesentlich stärkerem Umfang betroffen als *Agrostis capillaris* und *Lotus corniculatus*.

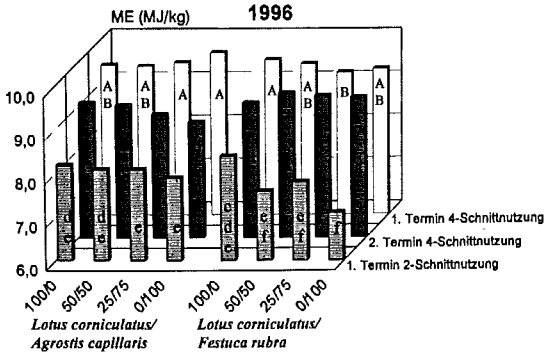


Abb. 2 : Energiedichte (ME) in Abhängigkeit von Schnittzeitpunkt, Grasart und Mischungsverhältnis

Temperaturen im Frühjahr 1997 sind beide Gräser vor dem ersten Schnitt etwas weiter entwickelt als im Vorjahr. Die späte Erstnutzung erfolgt 1996 bei *Agrostis capillaris* in EC 61 (=Beginn der Blüte) und in EC 85 (=Teigreife) bei *Festuca rubra*, wodurch die unterschiedlichen Energiedichten erklärt werden können. Die Energiedichten aller Varianten liegen in diesem Aufwuchs deutlich unter 9 MJ ME /kg TS bzw. 5 MJ NEL /kg TS. Bei dem zum gleichen Termin geernteten zweiten Aufwuchs der viermaligen Nutzung sind beide Gräser im Stadium des Schossens. Hierbei ist *Agrostis capillaris* etwas weiter entwickelt als *Festuca rubra*. Bei dem physiologisch jungen Pflanzenmaterial dieses Aufwuchses geht wie bei der ersten Nutzung kein eindeutiger Einfluß vom *Mischungsverhältnis* auf die Energiedichte aus. Lediglich *Agrostis capillaris* in Reinsaat ist etwas energieärmer als die übrigen Varianten; Mischungen von *Lotus corniculatus* mit diesem

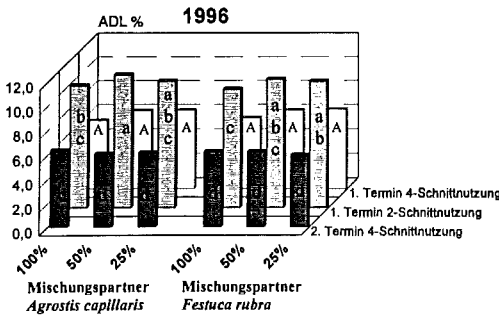


Abb. 3: ADL-Gehalte von *Lotus corniculatus* in Abhängigkeit von Mischungsanteil, Mischungspartner und Nutzungszeitpunkt

Eine relativ hohe Energiedichte erreicht *Agrostis capillaris* bei frühem ersten Nutzungstermin. Die Erträge der Art sind zu diesem Zeitpunkt jedoch wegen seiner späten Entwicklung gering. Zum ersten Schnitt 1996 erreicht *Agrostis capillaris* EC 31 (=1-Knoten-Stadium), während *Festuca rubra* mit EC 59 (=Ende des Rispenstadiums) in einem deutlich späteren Stadium ist. Aufgrund milderer Tem-

peraturen im Frühjahr 1997 sind beide Gräser vor dem ersten Schnitt etwas weiter entwickelt als im Vorjahr. Die späte Erstnutzung erfolgt 1996 bei *Agrostis capillaris* in EC 61 (=Beginn der Blüte) und in EC 85 (=Teigreife) bei *Festuca rubra*, wodurch die unterschiedlichen Energiedichten erklärt werden können. Die Energiedichten aller Varianten liegen in diesem Aufwuchs deutlich unter 9 MJ ME /kg TS bzw. 5 MJ NEL /kg TS. Bei dem zum gleichen Termin geernteten zweiten Aufwuchs der viermaligen Nutzung sind beide Gräser im Stadium des Schossens. Hierbei ist *Agrostis capillaris* etwas weiter entwickelt als *Festuca rubra*. Bei dem physiologisch jungen Pflanzenmaterial dieses Aufwuchses geht wie bei der ersten Nutzung kein eindeutiger Einfluß vom *Mischungsverhältnis* auf die Energiedichte aus. Lediglich *Agrostis capillaris* in Reinsaat ist etwas energieärmer als die übrigen Varianten; Mischungen von *Lotus corniculatus* mit diesem

Gras unterscheiden sich nicht von den Varianten mit *Festuca rubra*. Bei dem physiologisch älteren Material der zweimaligen Nutzung ist die Energiedichte der Reinsaat von *Lotus corniculatus* höher als die von *Festuca rubra* und im zweiten Hauptnutzungsjahr auch höher als die von *Agrostis capillaris*. Eine Erhöhung der Energiedichten der Mischungen durch *Lotus corniculatus* kann in der Regel jedoch nicht beobachtet werden. Die Ursachen hierfür sind zum Teil

in höheren **Lignin-Gehalten** von *Lotus corniculatus* in den Mischungen gegenüber den Leguminosenreinsaaten und bei Mischungen mit *Agrostis capillaris* im geringen Unterschied zwischen der Energiedichte des Grases zu derjenigen der Leguminose zu sehen, wie Abb. 3 zu entnehmen ist. -

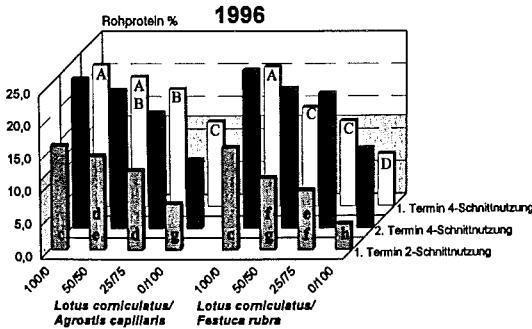


Abb. 4: Rohproteingehalte in Abhängigkeit von Grasart, Mischungsverhältnis und Nutzungszeitpunkt

Mischungen der Leguminosen mit *Festuca rubra* sind jedoch keine relevanten Unterschiede feststellbar. Die **Rohproteingehalte** des physiologisch jüngeren Pflanzenmaterials der Leguminosenreinsaat und der Mischungen überschreiten die aus Sicht der Tierernährung für Wiederkäuer zu fordernden Gehalte zwischen 12 und 14 % deutlich. Abb. 4 ist zu entnehmen, daß die Mischungen im ersten Aufwuchs der zweimaligen Nutzung niedrigere RP-Gehalte aufweisen. Aufgrund des zweiten Rohprotein-Energiequotienten bleibt jedoch die Problematik des Rohproteinüberschusses ohne Zufütterung energiereicherer Futters bestehen. Die Grasreinsaaten dagegen sind besonders bei fortgeschrittenem Vegetationsstadium proteinarm. Das betrifft *Festuca rubra* in höherem Maße als *Agrostis capillaris*. Eine nach Gräsern und Leguminosen getrennte Analyse der Mischungen belegt eine positive Beeinflussung der Rohproteingehalte von *Agrostis capillaris* und *Festuca rubra* durch N<sub>2</sub>-Transfer. Der RP-Gehalt von *Lotus corniculatus* ändert sich dagegen durch Mischanbau mit den Gräsern nicht. Bei geringeren Ertragsanteile

Aus Abb. 4 wird ersichtlich, daß die Energiedichte von *Lotus corniculatus* im Vergleich zu der von *Trifolium pratense* und *Trifolium repens* sowohl bei früher als auch bei später Nutzung niedriger ist. Dies ist in erster Linie auf die hohen Lignin-Gehalte von *Lotus corniculatus* zurückzuführen, die bei alten und jungen Aufwüchsen deutlich höher sind als bei den *Trifolium*-Arten. Zwischen den Mischungen der Leguminosen mit *Festuca rubra* sind jedoch keine relevanten Unterschiede feststellbar.

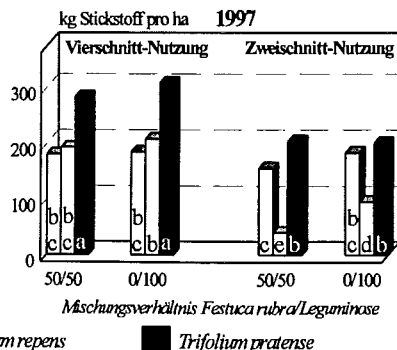
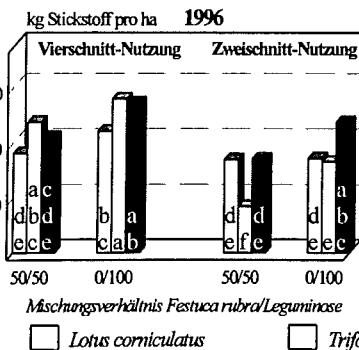


Abb. 5 : Stickstoff-Fixierung von *Lotus corniculatus* in Reinsaat und in Mischung mit *Festuca rubra* im Vergleich zu *Trifolium repens* und *Trifolium pratense* in Abhängigkeit von der Nutzungsfrequenz

len von *Lotus corniculatus*, wie sie in *Festuco-Cynosureten* erwartet werden können, ist aufgrund der Energiearmut und der geringen Erträge der Gräser bei unterlassener Stickstoffdüngung ein  $N_2$ -Transfer von der Leguminose zum Gras wünschenswert. Wie in Abb. 5 dargestellt ist die geschätzte symbiotische  $N_2$ -Fixierungsleistung von *Lotus corniculatus* in Reinsaat bei niedriger Nutzungsfrequenz vergleichbar mit der von *Trifolium pratense*. Bei viermaliger Nutzung können die  $N_2$ -Mengen bei *Lotus corniculatus* an die von *Trifolium repens* heranreichen.

### 3.3 Gäreignung

Die Zucker/Pufferkapazitäts-Quotienten der Varianten im zweiten Hauptnutzungsjahr sind in Abb. 6 dargestellt. Es wird deutlich, daß der Z/Pk-Quotient sowohl junger als auch älterer Aufwüchse bei Mischungen und Reinsaat von *Lotus corniculatus* aufgrund der ausgesprochen hohen Pufferkapazität und der niedrigen Gehalte an wasserlöslichen

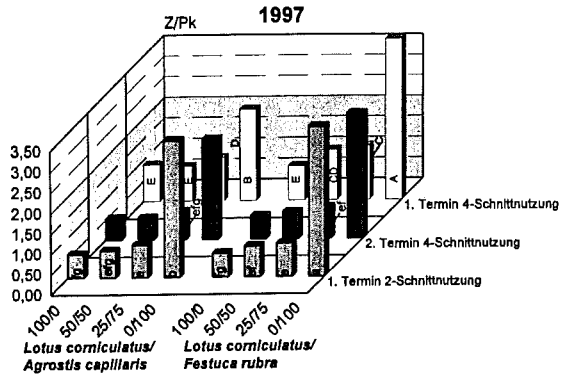


Abb. 6: Zucker/Puffer-Quotient in Abhängigkeit von Grasart, Mischungsverhältnis und Nutzungszeitpunkt

Kohlenhydraten der Leguminose deutlich unter zwei liegt. Damit ist nach WEISSBACH et al. (1977) eine schlechte Vergärung dieser Varianten zu erwarten. Lediglich die Quotienten der Grasvarianten deuten in der Regel auf eine gute Gäreignung hin. Dabei sind die Z/Pk-Quotienten des späten ersten Aufwuchses sogar höher als die der jungen Aufwüchse. Das ist eine Folge der ausgesprochen niedrigen Pufferkapazitäten dieser Varianten. Die wK-Konzentrationen in den Gräsern liegen bei den alten Aufwüchsen noch zwischen 10 und 12 %. Trotz niedrigerer wK-Gehalte bei später Nutzung sind die Z/Pk-Quotienten von *Festuca rubra* stets höher als die von *Agrostis capillaris*. Der Z/Pk-Quotient von jungem *Agrostis capillaris* liegt 1996 knapp unter zwei.

### 4. Zusammenfassung

Der Faktor Nutzungszeitpunkt ist für alle skizzierten futterbaulichen Eigenschaften maßgebend. Die geringen Energiedichten des Pflanzenmaterials zu dem späten ersten Nutzungstermin schränken die Verwertbarkeit als Futter ein. Mit Energiedichten zwischen 7 und 8 MJ ME/kg TS sind dabei Mischungen mit *Festuca rubra* auch für eine extensive Nutzung wie Mutterkuhhaltung nur bedingt geeignet. Die Futterqualität von *Agrostis capillaris* ist etwas besser als die von *Festuca rubra*, seine Erträge sind jedoch sowohl in Reinsaat als auch in den Mischungen gering. Im Vergleich zu den Gräsern ist *Lotus corniculatus* konkurrenzstark und erlangt im Vergleich zu seinen ursprünglichen Mischungsanteilen deutlich größere Ertragsanteile. *Festuca rubra* wird weniger stark zurückgedrängt als *Agrostis capillaris*. Auch ein hoher Anteil von *Lotus corniculatus* kann nicht zu einer entscheidenden Erhöhung der Energiedichte mit der damit verbun-

denen Verbesserung der Nutzungselastizität beitragen. Allerdings können die niedrigen Rohproteingehalte der Grasreinsaat bei später Nutzung durch Mischung positiv beeinflusst werden. Bei früher Nutzung Anfang Juni wird eine höhere Energiedichte erreicht. Problematisch sind dabei die geringen Erträge der Grasreinsaat. Aufgrund der hohen Ertragsanteile von *Lotus corniculatus* in den Mischungen sind außerdem die RP-Konzentration dieser Varianten zu hoch. Die Gäreignung wird durch die Leguminose verschlechtert. Die symbiotisch fixierten N<sub>2</sub>-Mengen sind nicht von der Nutzungsfrequenz abhängig wie bei *Trifolium repens* und *Trifolium pratense*.

## 5. Literatur

- ANONYMUS, 1997: Methodenbuch Band III. Die chemische Analyse von Futtermitteln. 4. Ergänzungslieferung - Verlag VDLUFA Darmstadt.
- BECKMANN, E., 1998: Zum Wert von *Vicia sativa* L. und *Trifolium resupinatum* L. unter variierenden Bedingungen im Futterbau. Dissertation Gießen.
- FRAME, J., 1991: Herbage production and quality of a range of secondary grass species at five rates of fertilizer nitrogen application. *Grass and Forage Sci.* **46**, 139-151.
- LOGES, R., A. KORNER UND F. TAUBE, 1997: Methodische Aspekte zu N<sub>2</sub>-Fixierung von Acker-Klee-Gras-Systemen. 41. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, 28. bis 30. August 1997 in Aulendorf.
- MENKE, K.H. und H. STEINGASS, 1987: Schätzung des energetischen Futterwertes aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. 2. Mitteilung : Regressionsgleichungen. Übers. Tierern. **15**, 59-94.
- STEINGASS, H. UND K. H. MENKE, 1986: Schätzung des energetischen Futterwertes aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. 1. Mitteilung: Untersuchungen zur Methode. Übers. Tierern. **14**, 251-270.
- STÜLPNAGEL, R., 1982: Schätzung der von Ackerbohnen symbiotisch fixierten Stickstoffmenge im Feldversuch mit der erweiterten Differenzmethode. *Z. Acker u. Pflanzenbau* **151**, 446-458.
- WEISSBACH, F., 1967: Die Bestimmung der Pufferkapazität der Futterpflanzen und ihre Bedeutung für die Beurteilung der Vergärbarkeit. Tagungsber. Deut. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin **92**, 211-220.
- WEISSBACH, F., L. SCHMIDT, G. PETERS, E. HEIN, K. BERG, G. WEISE UND O. KNABE, 1977: Methode und Tabellen zur Schätzung der Vergärbarkeit. 3. Aufl., Hrsg.: Akademie der Landwirtschaftswiss. d. DDR, Berlin.
- WILLIAMS, W.A., M.B. JONES AND C.C. DELWICHE, 1977: Clover N<sub>2</sub>-fixation measurement by total-N differences and <sup>15</sup>N A-values in lysimeters. *Agron. J.* **69**, 1023-1024.
- WIT, C.T. DE, 1960: On competition. *Versl. Landbouwkund. Onderz.* **66**, 1-82.
- YEMM, E. M. AND A. J. WILLIS, 1954: The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochem. J.* **52**, 85--97.

# **Freilandhaltung von Fleischrindern im Winter**

von

Dr. habil. Hans Hochberg

**Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena,  
Referat Grünland und Futterbau, Wandersleben**

## **1. Problemstellung**

Die winterliche Freilandhaltung von Fleischrindern erlangt in Deutschland immer mehr an Bedeutung. So werden beispielsweise in Mecklenburg-Vorpommern 40 Prozent (MATTHES u.a., 1996), in Brandenburg 47 Prozent und im Freistaat Thüringen mindestens 10 Prozent des Mutterkuhbestandes ganzjährig im Freien gehalten. Eine Vielzahl von Untersuchungen sind bereits durchgeführt und die Ergebnisse veröffentlicht worden (Jahrestagung Grünlandverband 1996, Lenzener Mutterkuhtag 1996, OPITZ von BOBERFELD, 1997).

Ausschlaggebend für diese Haltungsform ist der Zwang zur Verringerung der Produktionskosten und zur Stabilisierung der Tiergesundheit. Wirtschaftlichkeitsanalysen in Betrieben mit Mutterkuhhaltung zeigen, daß nur bei sehr rationeller Wirtschaftsweise und arbeitsexensiver Produktionstechnik ein bescheidener Gewinn erwirtschaftet werden kann (BACHMANN u.a., 1997). Eine ausreichende Faktorentlohnung ist damit jedoch noch nicht möglich.

Je nach den betrieblichen, standörtlichen und klimatischen Voraussetzungen wird die Freilandhaltung im Winter als Winterweide mit fakultativer Konservatzufütterung und einer Beweidung wintergrüner Bestände oder als Winterdraußenhaltung mit obligatorischer Konservatzufütterung praktiziert.

## **2. Voraussetzungen für eine tierartgerechte Freilandhaltung im Winter**

Grundsätzlich ist

- den Tieren Futter und Wasser ad-libitum anzubieten,
- nur Grünland einzubeziehen, welches über eine ausreichende Trittfestigkeit verfügt,
- im Bedarfsfall auf Ackerland auszuweichen, welches gezielt für eine Winterweide vorbereitet wurde,
- der Biotopschutz zu gewährleisten und
- die Schadstoffemission zu minimieren.

Im Besonderen gilt, daß

- die Flächen einen natürlichen oder künstlichen Witterungsschutz bieten.
- der Weidestandort trittfest und für Versorgungsfahrzeuge unter allen Witterungsbedingungen gut erreichbar ist. In Vor- und Mittelgebirgslagen sollten flachgründige Standorte bevorzugt, Feuchtgrünland und Niedermoorstandorte generell ausgegrenzt und in Flußauen nur höher gelegene, möglichst sandige Teilflächen genutzt werden.
- die Wasserversorgung der Tiere bei jedem Wetter gewährleistet ist.
- die Winterfutterbereitstellung in Form von Konservaten und im Bedarfsfall auch Stroh abgesichert wird und die Lagerung des Futters möglichst vor Ort erfolgt, um aufwendige Transporte im Winter einzuschränken.
- bedarfsgerechte Mineralstoffversorgung und freie Verfügbarkeit des Mineralstoffgemisches gewährleistet ist.
- eine ausreichend trockene Liegefläche geschaffen wird und die Futterstelle sowie Tränken nicht in unmittelbarer Nähe von Bächen und stehenden Gewässern liegen.



### **3. Ansprüche und Erwartungen an die produktionstechnische Gestaltung des Verfahrens**

#### **Tierauswahl**

Für die Draußenhaltung von Fleischrindern im Winter können alle Rassen einbezogen werden ohne Schaden zu nehmen. Die Tiere sollten ohne Unterbrechung im Freien gehalten werden, damit die Akklimatisation an die Winterbedingungen erfolgen kann. Durch die Verlegung der Abkalbeperiode in das Frühjahr ist die Betreuung der trockenstehenden Herde im Winter unkomplizierter und es ist eine höhere Aufzuchtleistung gesunder Kälber zu erwarten.

#### **Futterplatz**

Der Futterplatz sollte über eine befestigte Anfahrt bis zur Koppel und einen kurzen Anfahrweg in der Koppel erreichbar sein. Eine Befestigung des Platzes ist nicht zweckmäßig, wohl aber bedarf es eines trittfesten Untergrundes und damit auch einer guten Befahrbarkeit. Flachgründige, steinreiche Böden eignen sich besonders gut. Der Futterplatz kann entweder fest eingerichtet sein oder wechseln. Der Futterplatz hinterläßt unvermeidbare Schäden an der Grasnarbe. Wird eine Befestigung des Untergrundes angestrebt, dann erscheint der Einsatz von Nylongewebe vertretbar, was dann jedoch ein Befahren mit Fütterungstechnik ausschließt. Am zweckmäßigsten ist es, auf einer angrenzenden Ackerfläche den Futterplatz einzurichten. Für wechselnde Futterplätze auf dem Winterstandort spricht, daß die punktuellen Belastungen sich nicht akkumulieren. Andererseits nimmt der Flächenanteil geschädigter Grünlandnarbe zu, was für einen festen Futterplatz spricht.

Nach Abschluß der Winterperiode muß das Futterreste-Kot-Harn-Gemisch abgetragen und als Dunghaufen aufgesetzt werden. Durch Nachsaat kann auf solchen Teilflächen wieder eine Grasnarbe in kurzer Zeit entstehen.

Im zeitigen Frühjahr ist ein Abtrieb der Herde von der Winterkoppel und die Pflege der Grasnarbe erforderlich.

#### **Unterstand**

ZEEB (1995) fordert einen funktionsfähigen Witterungsschutz und setzt das Fehlen eines solchen mit nicht verhaltensgerechter Unterbringung gleich, was wiederum einer Zuwiderhandlung gegen das Tierschutzgesetz entspricht. Ein Unterstand zum Schutz der Tiere vor Witterungsunbilden ist nicht erforderlich (ZUBE, 1996 sowie MÖLLER und HOCHBERG, 1996), vorausgesetzt, die Tiere wurden auch während der Vegetationsperiode geweidet und das Gelände bietet natürlichen Windschutz. Das gilt für alle in Deutschland gehaltenen Fleischrinderrassen. Bei entsprechender Lage und Gestaltung sowie Ausstattung des Geländes, d.h., eine wetter- und vor allem windgeschützte Lage der Weide, reich strukturierte Koppeln mit Baum- und Strauchbewuchs, Waldrandlagen, Talanfangsmulden, terrassiertes Gelände, haben die Tiere vielfältige Möglichkeiten, Schutz zu finden. Alternativen für offene, windexponierte Weidegebiete können halbrund angeordnete Stroh-Großballenwälle oder dreiseitig geschützte, in Billigbauweise erstellte, Unterstände sein.

#### **Fütterung**

Die Fütterung kann vorzugsweise durch Vorlage von Heu auf umgebauten Hängern, überdachten Futterwagen, in handelsüblichen Raufen oder auch in Ballen auf dem Boden am ständigen Futterplatz als ad-libitum-Vorratsfütterung (2-3 tägig) erfolgen. Silage sollte nur auf befestigter mobiler oder stationärer Unterlage angeboten werden. In den Vor- und Mittelgebirgslagen bzw. bei hoffernten Weidestandorten sollte mindestens das am Standort anfallende Winterfutter vor Ort gelagert werden, um die Futtertransporte zu minimieren und auch während extremer Witterungsperioden eine reibungslose

Versorgung der Tiere zu gewährleisten. Kraftfutter wird auch im Winter nur als Lockfutter eingesetzt, um eine bessere Herdenkontrolle und Tierbetreuung zu erreichen.

#### **Wasserversorgung**

Die Wasserversorgung sollte über stationäre Einrichtungen gewährleistet sein, die aus öffentlichen Versorgungsleitungen oder Quellen bzw. Brunnen gespeist werden. Die Wasserleitungen bedürfen einer frostsicheren Verlegung. Frostsichere Ball- oder Klappentränken bzw. Weidemembranpumpen mit beheizbarer Einhausung (z.B. Thermostop) sind unumgänglich. Die Entnahme aus der fließenden Welle muß mittels Schlauch oder PE-Rohr erfolgen. Die Anfuhr des Wassers in Fässern ist auf die Dauer sehr kostenintensiv und die Versorgung der Tiere bei stärkerem Frost nicht abzusichern.

#### **Herdenmanagement**

Die Standortbedingungen entscheiden über die Herdengröße. Sie hat sich an den technischen Möglichkeiten der Konservatzufütterung zu orientieren. Die erforderliche Futtermenge muß mit vertretbarem Aufwand zu den Tieren gebracht werden können. Es sollten nicht mehr als 50 Tiere in einer Gruppe gehalten werden.

Die günstigste Abkalbperiode ist im Frühjahr (März...Juni) gegeben. Ausgesprochene Winterabkalbungen sollten - obwohl selbst sie nicht mit höheren Kälberverlusten einhergehen müssen - möglichst vermieden werden.

#### **Winterweide auf Ackerland**

Zur Verringerung der Futterkosten und zur Schonung der Grasnarbe des Dauergrünlandes sollten die Möglichkeiten der Winterweide genutzt werden, sofern es der Standort zuläßt. Hierfür ist eine gezielte Vorbereitung der Fläche notwendig. Das Futter darf zum Zeitpunkt der Beweidung nicht stark verpilzt oder in Fäulnis übergegangen sein. Geeignet sind deshalb nur wintergrüne Arten. Der Anbau von Welschem Weidelgras ist zu kostenintensiv. Am ehesten geeignet erscheint nach BAUER (1996) die Ansaat von Rohrschwingel-Weidetypen in Reinsaat oder im Gemisch mit Weideluzerne auf Ackerstandorten, womit einerseits weidewürdige Grasbestände bereitgestellt, andererseits Schaden auf Dauergrünland ausgeschlossen werden. Der mögliche Weideertrag beläuft sich auf 20...30 dt TM/ha. Solange die Flächen nicht von zu hohem oder stark verharstem Schnee bedeckt sind, werden solche Bestände dann mehrmals täglich von den Tieren im lockerem Gehüt überweidet. In dieser Zeit sollte auf eine Zufütterung verzichtet werden, weil anderenfalls die Tiere nur unzureichend grasen. Durch diese Verfahrensweise kann die Winterfutterperiode mit Konservaten auf 100 bis 120 Tage verkürzt werden. Auf diesen Flächen kann nach der Weidezeit auch die Winterfütterung mit Konservaten erfolgen.

#### **Einzäunung**

Sofern die Lage in einem besonders ausbruchsensiblen Gebiet nicht weitergehende Sicherungsmaßnahmen erfordert, kann ein zweidrähtiger Festzaun empfohlen werden, der aus einem Weidezaungerät versorgt wird. Zwischen Sommer- und Wintereinzäunung besteht kein Unterschied.

### **4. Effekte und Probleme der Freilandhaltung im Winter**

#### **Tiergesundheit und Leistungsfähigkeit**

Die Winterdraußenhaltung wird von der Öffentlichkeit gelegentlich kritisch betrachtet. Den Landwirten macht man den Vorwurf, gegen Konventionen des Tierschutzes bezüglich verhaltensgerechter Unterbringung der Tiere zu verstoßen. Ältere wie jüngere Untersuchungen bestätigen aber, daß das Rind sehr widerstandsfähig gegen Kälte ist, wohingegen es auf hohe Umgebungstemperaturen und Wärmestreß sensibel reagiert (DERNO, 1997; FINDLEY, 1958; WABMUTH und WALLBAUM, 1996). Eine Akzeptanz dieser Haltungsform setzt die Bereitschaft der Öffentlichkeit voraus, die Bedürfnisse

des Rindes nicht aus den für den Menschen geltenden Maßstäben abzuleiten (ZUBE, 1997).

Entgegen allgemeiner Befürchtungen ist nicht mit negativen Auswirkungen auf die Gesundheit der Tiere zu rechnen. Weder Ektoparasiten, noch stallklimabedingte Krankheiten sind aufgetreten. Freilandhaltung von Fleischrindern im Winter hat keinen Einfluß auf deren Fruchtbarkeit. Die Kühe entwickelten bei angemessener Futterversorgung eine gute bis sehr gute Körperkondition bis zur Frühjahrsabkalbung. Die Wachstumsleistungen von Absetzern und Remontierungsfärsen sind unter Winterfreilandhaltungsbedingungen als ausreichend bis gut einzuschätzen. Kalbeergebnisse und Aufzuchtleistungen werden durch die winterliche Freilandhaltung eher positiv beeinflusst. Ein Vergleich der Abkalbungen im Stall mit denen auf der Weide ergab bisher keine Unterschiede. Entscheidend ist die Annahme des Kalbes durch die Mutter, sowie dessen Versorgung durch Trockenlecken und die Aufnahme von Kolostrum innerhalb von drei Stunden nach der Geburt. Praktische Erfahrungen und Untersuchungen zeigen, daß bei der Weideabkalbung die Kälberverluste durch den geringeren Infektionsdruck niedriger sind. Als optimaler Zeitraum in der ganzjährigen Freilandhaltung von Mutterkühen wird die Frühjahrsabkalbung angesehen.

Die Freilandhaltung der Mutterkühe im Winter hat bei ordnungsgemäßer Versorgung der Tiere auch keinen negativen Einfluß auf die Leistungen der Kälber (Tab. 1).

Tabelle 1: **Geburtsmasse und Lebendmassezunahme von Kälbern, Rasse Gelbvieh, bei Stall- bzw. Freilandhaltung der Mütter im Winter (WARZECHA, 1997)**

Kriterium	ME	Stallhaltung <sup>1)</sup>	Freilandhaltung <sup>2)</sup>
Tierzahl	n	16	27
Geburtsgewicht	kg	43,3	47,7
Lebendmassezunahme	g/d	1.200	1.212

1) gewog. 3jähr. Mittel

2) gewog. 2jähr. Mittel

#### Exkrement- und Trittbelastung der Fläche

Das eigentliche Problem der Freilandhaltung ist die punktuelle Belastung der Flächen im Bereich der Futterstelle und Tränke im Weideareal. Nach Verhaltensbeobachtungen von ZUBE (1996) halten sich die Tiere während extremer Witterungsbedingungen zu 90% an Futterplatz und Tränke auf. Die durchschnittliche Verweildauer der Tiere am Futterplatz im Verlaufe eines Tages dürfte bei 50...70 Prozent liegen. Das hat einen hohen Exkrementanfall auf kleiner Fläche zur Folge. Dieser Exkrementanfall muß jedoch nicht zwangsläufig zu hohen Nährstoffeinträgen in den Boden führen, wenn der Futter- und Liegeplatz eingestreut wird oder unvermeidbare Heureste wie Einstreu wirken. Strohmatratzen bzw. Einstreu aus Heuresten haben offensichtlich einen erheblichen Rückhalteeffekt.

Die unvermeidliche Narbenzerstörung auf Teilflächen durch den Tritt der Tiere macht eine partielle Nachsaat auf den Weideflächen mit weidefesten und schnellwüchsigen Arten, wie den Weidelgräsern, auf den am stärksten belasteten Teilflächen im Bereich des Futterplatzes und der Tränke erforderlich. Auf dem Futterplatz sowie in unmittelbarer Umgebung der Tränke wird während frostfreier Perioden zwangsläufig die Narbe zertreten und es kommt zu einer Nährstoffüberbelastung des Bodens, besonders mit N und K, infolge konzentrierter Kot und Harnablage. Je nach Herdengröße wird die Grünlandnarbe nach eigenen Untersuchungen auf einer Fläche von etwa 160 m<sup>2</sup>/Kuh (68...370) so stark zertreten, daß eine Erneuerung im folgenden Frühjahr erforderlich wird. Das flächenhafte Ausmaß der Narbenschäden ist sehr stark abhängig vom Witterungsverlauf, weshalb lange Schneelage bzw. Frostperioden wesentlich günstiger sind als Wechselwinter mit mehreren Tauwetterabschnitten. In 30 bis 50 m Entfernung

konnte kaum ein Unterschied zur Referenzfläche, welche nur während der Vegetationsperiode beweidet worden war, festgestellt werden. Bodenuntersuchungen auf den Gehalt an  $N_{\min}$  haben gezeigt, daß stets eine charakteristische Differenzierung auf einer Weide anzutreffen ist (Tab.2).

Tabelle 2:  $N_{\min}$ -Menge (kg/ha) bei Winterdraußenhaltung in Abhängigkeit vom Standort  
-Mittel aus 3 Versuchsperioden 1995...1998, Thüringer Schiefergebirge-

Standort	$N_{\min}$ (kg/ha)			
	vor Winter		nach Winter	
	0-30	30-60	0-30	30-60
Tränke	82	15	121	31
Futterplatz	33	6	88	13
ab 30 m Entfernung	20	5	40	7

Im unmittelbaren Bereich der Tränke wurden in 0...30 cm Bodentiefe Werte von mehr als 80 kg  $N_{\min}$ /ha vorgefunden, während auf dem überwiegenden Flächenanteil nur geringe  $N_{\min}$ -Mengen von 20 kg/ha im Boden nachzuweisen waren. Nach dem Winter zeigten sich deutliche Unterschiede dergestalt, daß die höchste Konzentration im Bereich der Tränke mit Werten von mehr als 120 kg/ha vorlag, diese auf dem Futterplatz wesentlich geringer war (unter 90 kg/ha) und mit der Entfernung der Probenahmefläche vom Futterplatz stark abnahm (40 kg/ha).

Die Futterplätze sollten nach Einstellung der Zufütterung frühestmöglich beräumt werden.

#### Beeinträchtigung der Bodenwasserqualität

Bei ordnungsgemäßer Winterdraußenhaltung, bei der z.B. Quellbereiche und andere Naßstellen im Weidegebiet ausgekoppelt sind, kann davon ausgegangen werden, daß eine kritische Belastung des Bodenwassers nicht eintritt. In längerfristigen Untersuchungen war eine Quellwasserbeeinflussung nicht nachweisbar (KNOBLAUCH, 1997).

In hängigem Gelände besteht das eigentliche Problem im Oberflächenabfluß nach plötzlicher Schneeschmelze oder Starkregen. In entsprechenden Untersuchungen erreichte die N-Konzentration im Oberflächenwasser ein Vielfaches der des Quellwassers, welches in unmittelbarer Nähe des Oberflächenabflusses austrat.

Derartige Erscheinungen treten jedoch auch nach schweren Gewittern während der Vegetationsperiode auf.

#### Naturschutzfachliche Aspekte

Die Freilandhaltung der Fleischrinder im Winter kann aus naturschutzfachlicher Sicht positiv bewertet werden. Fördernde Einflüsse auf die Biozönose sind jedoch nur zu erwarten, wenn den Tieren großräumige Koppeln von mindestens 10 Hektar zur Verfügung stehen und der Tierbesatz 1 GV/ha nicht übersteigt.

Bei einer Beweidung ist es fast unvermeidbar, daß eine Verletzung der Grasnarbe eintritt. Die durch den Tritt der Tiere verursachten Bodenverwundungen stellen aber eine Bereicherung für die Biodiversität der Weidefläche dar. Die im Winter bei hoher Bodenfeuchte durch den Tritt der Tiere entstehenden Vertiefungsstellen sind im Frühjahr als ephemere Kleinstgewässer Nahrungs- und Vermehrungshabitate, z.B. für Wasserinsekten und Amphibien. Aber auch Vögel und bestimmte Pflanzen sind auf solche Stellen als notwendige Mikrohabitate angewiesen.

Mit der ganzjährigen Rinderbeweidung wird mit dem Kot den davon sich ernährenden Insekten eine kontinuierliche Nahrungsgrundlage geboten, welche einen positiven Einfluß

auf die Quantität dieser für die Nahrungskette wichtigen Wirbellosen hat. Hiervon profitieren z.B. hochbedrohte Vögel, wie Würgerarten, Dohle, Steinkauz, Brachvogel, Kiebitz und Wiedehopf.

Untersuchungen in Wiesenbrütergebieten lassen den Schluß zu, daß die ganzjährige Anwesenheit von Rindern von den Vögeln besser akzeptiert wird als ein schlagartiger Auftrieb der Tiere im Frühjahr.

## 5. Verfahrensökonomie der Freilandhaltung von Mutterkühen im Winter im Vergleich zur Winterstallhaltung

Die Winterfutterperiode belastet bei Stallhaltung die Verfahrenskosten der Fleischrinderhaltung beträchtlich. Erhebliche Kosteneinsparungen von durchschnittlich 12% je Mutterkuh ergeben sich durch die Winterdraußenhaltung (Tab. 3).

Tabelle 3: Vergleich der Wirtschaftlichkeit zwischen kombinierter Stall-Weidehaltung und ganzjähriger Freilandhaltung von Mutterkühen (BERGER, 1998)

Position	ME	kombinierte Stall-Weidehaltung	ganzjährige Freilandhaltung
Futterflächenbedarf (Grünland)	ha/Tier	1,20	1,42
<b>Leistungen gesamt</b>		<b>2.060</b>	<b>2.160</b>
Spezialkosten		888	699
Futtermittellkosten		640	790
Arbeitskosten	DM/Tier	442	280
Festkosten		392	304
<b>Verfahrensvollkosten</b>		<b>2.362</b>	<b>2.073</b>
<b>Verlust bzw. Gewinn</b>		<b>- 302</b>	<b>77</b>
	DM/ha <sup>1)</sup>	<b>- 251</b>	<b>54</b>

1) Grünland

Diese resultieren aus dem Wegfall der variablen Gebäudekosten, der Reduzierung der variablen Maschinenkosten, einer Arbeitszeiteinsparung von 25...35% sowie einer Festkosteneinsparung. Den Einsparungen stehen lediglich höhere Grundfutterkosten gegenüber. Auch nach MÖHRCHEN und JESSE (1997) können die Kosten je Mutterkuh und Jahr um 250...400 DM gesenkt werden.

## 6. Fazit

Freilandhaltung der Fleischrinder im Winter

- ist ein kapitalextensives Verfahren der Fleischrinderhaltung,
- leistet einen entscheidenden Beitrag zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der extensiven Grünlandbewirtschaftung mit Mutterkühen
- ist der Stallhaltung in Bezug auf den Gesundheitsstatus der Tiere überlegen,
- hat keinen negativen Einfluß auf die Leistungsfähigkeit der Tiere,
- verursacht punktuelle, kaum vermeidbare Belastungen auf Teilflächen, die mit ordnungsgemäßer Bewirtschaftung auf ein tolerierbares Ausmaß beschränkt bleiben können.

Weitere wissenschaftliche Begleituntersuchungen sollten sich auf die Vermeidung von Grasnarbenschädigungen und übermäßiger Nährstoffeinträge, die Tiergesundheit sowie die Verfahrensökonomie konzentrieren.

## 7. Literatur

- BACHMANN, D., M. HEROLD, B. HUBOLD, E. DYRSELEN (1997): Kennzahlen zum Betriebsvergleich 1995/96. TLL Jena, 64 S.
- BAUER, U. (1996): Ergebnisse und Erfahrungen zur Winterweide mit Fleischrindern. Tag.-band Grünlandverband e.V., S. 4-11
- BERGER, W. (1998): Verfahrensökonomie der Freilandhaltung von Mutterkühen im Winter im Vergleich zur Winterstallhaltung. In: Standpunkt zur Freilandhaltung von Fleischrindern im Winter. TLL Jena, 7 S.
- DERNO, M. (1997): Stoffwechsel und physiologische Reaktionen auf die Umgebungstemperatur bei Fleischrindrassen. Landbauforschung Völknerode, Sonderheft 177
- FINDLEY, J.D. (1958): Physiologische Reaktionen des Rindviehs auf klimatische Einflüsse. Proceedings of the Nutrition Society, Bd. 17, S. 186-190
- KNOBLAUCH, S. (1997): Unveröffentl. Material der TLL
- MATTHES, H.-D., H. MÖSING, W. JENTSCH, M. DERNO (1996): Physiologische Anpassung des Rindes an die ganzjährige Freilandhaltung und die Effekte der Umwelt, des Alters und des physiologischen Status auf die kritische Temperatur. Biopark e.V. Schriftenreihe, H.2, S. 6 - 16
- MÖLLER, B. und H. HOCHBERG (1996): Erste Erfahrungen zur Winterdraußenhaltung von Fleischrindern im Mittelgebirge. Tag.-band Grünlandverband e.V., S. 12-15
- MÖRCHEN, F. und M. JESSE (1997): Untersuchungen zur ganzjährigen Freilandhaltung von Mutterkühen. Wiss. Beiträge 5. Hochschultag. Landw. Fak. MLU Halle-Wittenberg, S. 225 - 232
- OPITZ von BOBERFELD, W. (1997): Winterdraußenhaltung von Mutterkühen in Abhängigkeit vom Standort unter pflanzenbaulichem Aspekt. Ber. Ldw. 75 (1997), S. 604-618
- WARZECHA, H. (1997): Praktische Empfehlungen zur ganzjährigen Freilandhaltung von Mutterkühen. Bericht Jena, 13 S.
- WABMUTH, R. und F. WALLBAUM (1996): Tiergerechtigkeit der Winterweidehaltung von Rindern, Biopark e.V. Schriftenreihe Heft 2, S. 29-35
- ZEEB, K. (1995): Tierschutz bei der Weidehaltung von Rindern. AID-Informationen für die Agrarberatung 5507, 3. Jahrgang.
- ZUBE, P. (1996): Probleme der winterlichen Freilandhaltung von Mutterkühen. Tag.-band Grünlandverband e.V., S. 21-28
- ZUBE, P. (1997): Ganzjährige Freilandhaltung von Mutterkühen. LVGF-Merkblatt Nr. 4, Paulinenaue, 8 Seiten

# Die Beeinflussung des Gärungsverlaufs bei der Silierung durch Wiesenkräuter im Aufwuchs extensiv genutzter Wiesen

von

Friedrich Weißbach

Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung der  
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL)

## 1. Einleitung

Als Folge einer Rückkehr zu weniger intensiven Nutzungsformen ist mit einer Diversifikation der Pflanzenbestände auf dem Grünland zu rechnen, in denen auch verschiedene Wiesenkräuter wieder einen größeren Anteil einnehmen werden (NÖSBERGER et al., 1994). Es ist bekannt, daß es unter den Wiesenkräuterarten viele mit Gehalten an sekundären Pflanzenstoffen gibt, von denen spezielle, außerhalb des eigentlichen Nährwertes stehende Wirkungen auf Tiere ausgehen können (GESSNER, 1974). Diese Wirkungen können sowohl positiv, also gesundheits- oder leistungsfördernd, als auch negativ, gesundheitsgefährdend oder leistungsmindernd sein (STÄHLIN, 1971; GALLAND, 1989).

Bisher noch wenig erforscht worden ist der Effekt der Kräuter auf den Gärungsverlauf bei der Bereitung von Silagen. Daß zumindest potentiell von einigen sekundären Pflanzenstoffen antibiotische Effekte auf Mikroorganismen ausgehen werden, ist im Hinblick auf ihr Vorkommen in als Heilpflanzen bekannten Wiesenkräuterarten durchaus naheliegend. Versuche zur Silierung von einigen Kräuterarten sind in letzter Zeit insbesondere von ISSELSTEIN (1993, 1994), sowie DANIEL und OPITZ VON BOBERFELD (1997) durchgeführt worden. Die Ergebnisse dieser Versuche machen es wahrscheinlich, daß Wiesenkräuter das Gärungsgeschehen im Silo nicht nur über z. B. geringeren Zuckergehalt oder höhere Pufferkapazität im Vergleich zu den Gräsern beeinflussen können, sondern auch über ihre Gehalte an sekundären Pflanzenstoffen.

Ziel der Untersuchungen, über die hier berichtet wird, war ein Screening möglichst vieler Wiesenkräuterarten auf mögliche Effekte, die von sekundären Pflanzenstoffen auf den Gärungsverlauf bei der Silierung ausgehen können.

## 2. Material und Methoden

Aus Grünlandpflanzenbeständen wurden zu diesem Zweck Kräuter von 55 verschiedenen botanischen Arten gesammelt, diese Pflanzenmaterialien sowohl chemisch als auch mikrobiologisch untersucht und in Modellversuchen unter Laborbedingungen siliert. Tabelle 1 enthält Angaben über die einbezogenen Pflanzenfamilien sowie die Anzahl der geprüften Pflanzenarten und der durchgeführten Versuche.

Um die Ursachen für einen gegebenenfalls unerwünschten Verlauf der Gärung erkennen zu können, wurde das frische Pflanzenmaterial stets in 4 Varianten siliert (Zusätze bezogen auf Frischmasse):

- I ohne jeden Zusatz (Kontrolle)
- II mit Zusatz von 3 % Saccharose
- III mit Zusatz von 0,05 % KNO<sub>3</sub>
- IV mit Zusatz von 10<sup>5</sup> KBE einer *Lactobacillus plantarum*-Impfkultur je g

Die Variante II diente der Kompensation eines eventuellen Gärsubstratmangels, Variante III der Kompensation einer eventuellen Abwesenheit von Nitrat und Variante IV der Kompensation eines eventuellen Mangels an epiphytischen Milchsäurebakterien.

Von den Varianten I und IV wurde jeweils ein Laborsilo zusätzlich angesetzt und bereits nach 3 Tagen geöffnet, um die Säuerungsgeschwindigkeit anhand des pH-Wertes zu kontrollieren. Alle übrigen Laborsilos wurden nach 6 Monaten der Lagerung bei 25 °C geöffnet und die Silagen dann auf Gärqualität und aerobe Stabilität untersucht. Die Gärqualität ist nach dem neuen DLG-Schlüssel anhand der Ergebnisse der chemischen Analyse bewertet worden.

**Tabelle 1 : Übersicht über die Anzahl der geprüften Pflanzenarten und der durchgeführten Versuche**

Familie	Anzahl	
	Arten	Versuche
<i>Polypodiaceae</i>	1	2
<i>Urticaceae</i>	1	2
<i>Polygonaceae</i>	4	6
<i>Caryophyllaceae</i>	4	5
<i>Ranunculaceae</i>	2	3
<i>Guttiferae</i>	1	2
<i>Cruciferae</i>	2	3
<i>Rosaceae</i>	3	6
<i>Leguminosae</i>	7	12
<i>Geraniaceae</i>	4	7
<i>Umbelliferae</i>	5	11
<i>Rubiaceae</i>	2	3
<i>Boraginaceae</i>	1	1
<i>Labiatae</i>	4	5
<i>Scrophulariaceae</i>	1	1
<i>Plantaginaceae</i>	2	4
<i>Compositae</i>	11	23
insgesamt	55	96

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Ergebnisse zur Gärqualität

Erwartungsgemäß schwankten Zuckergehalt, Pufferkapazität und Trockenmassegehalt, aber auch Nitratgehalt und epiphytischer Besatz der Grünmasse an Milchsäurebakterien (MSB) zwischen den einzelnen Pflanzenarten bzw. Versuchen in weiten Grenzen. Dementsprechend unterschiedlich verlief die Gärung.

Die folgenden Tabellen zeigen Beispiele für die Beschaffenheit des Grünfutters und die Ergebnisse der Gärung. Von den in den Tabellen angegebenen Abkürzungen bedeutet Z/PK den Quotienten aus dem Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten (Zuckergehalt) und dem Milchsäurebedarf zur Ansäuerung auf pH 4,0 (Pufferkapazität); VK ist der Vergärbarkeitskoeffizient, berechnet aus der Gleichung:  $VK = TM [\%] + 8 Z/PK$



In allen durchgeführten Versuchen konnte als Ursache für einen schlechten Gärungsverlauf, soweit es zu einem solchen kam, entweder ein Mangel an Gärsubstrat im Verhältnis zu Pufferkapazität und TM-Gehalt (z. B. bei *Urtica dioica*, Tab. 2) oder ein extrem niedriger Nitratgehalt bei gleichzeitig geringem MSB-Besatz des Grünfutters (z. B. bei *Achillea millefolium*, Tab. 3) ermittelt werden.

**Tabelle 2 : *Urtica dioica* (Große Brennessel)**

Ausgangsmaterial								
	TM = 13,4 %		Z/PK = 0,8			VK = 19,8		
	NO <sub>3</sub> = 4,8 g/kg TM		MSB = 2,3 lg/g FM			pH = 6,2		
Silage	pH nach		in % der Frischmasse			NH <sub>3</sub> -N % des Ges.-N	Gär- qualität Note	Aerobe Stabilität Tage
	3 Tagen	6 Monaten	Milch- säure	Essig- säure	Butter- säure			
ohne Zusatz	5,2	5,9	0,29	0,79	<b>1,21</b>	32,8	V	7,0
3 % Zucker	.	3,9	2,99	0,21	0,01	3,3	I	3,3
0,05 % KNO <sub>3</sub>	.	5,7	0,03	1,27	<b>2,52</b>	67,9	V	7,0
10 <sup>5</sup> MSB/g	5,2	5,6	0,00	1,19	<b>2,26</b>	75,1	V	7,0

**Tabelle 3 : *Achillea millefolium* (Schafgarbe)**

Ausgangsmaterial								
	TM = 18,5 %		Z/PK = 1,5			VK = 30,5		
	NO <sub>3</sub> = 0,3 g/kg TM		MSB = 2,1 lg/g FM			pH = 6,3		
Silage	pH nach		in % der Frischmasse			NH <sub>3</sub> -N % des Ges.-N	Gär- qualität Note	Aerobe Stabilität Tage
	3 Tagen	6 Monaten	Milch- säure	Essig- säure	Butter- säure			
ohne Zusatz	4,7	4,9	0,15	0,18	<b>0,92</b>	14,3	V	7,0
3 % Zucker	.	4,0	1,75	0,20	<b>0,45</b>	5,9	III	7,0
0,05 % KNO <sub>3</sub>	.	4,1	1,85	0,34	0,01	7,5	I	7,0
10 <sup>5</sup> MSB/g	4,2	4,2	1,24	0,28	<b>0,15</b>	5,3	II	7,0

Die Untersuchungen ergaben keinerlei Hinweise auf eine Hemmung der Milchsäuregärung durch sekundäre Pflanzenstoffe. Dagegen deuten die Ergebnisse mehrerer Versuche darauf hin, daß sekundäre Pflanzenstoffe bestimmter Kräuterarten den nachträglichen Abbau von Milchsäure und die Bildung von Buttersäure unterdrücken können. Derartige Positiveffekte sind dann zu vermuten, wenn sich das Verhalten des jeweiligen Pflanzenmaterials bei der Silierung einer Erklärung nach dem vorliegenden Wissensstand entzieht. Dieser Wissensstand läßt sich in folgenden Forderungen an das Ausgangsmaterial als Voraussetzung für einen guten Gärungsverlauf zusammenfassen (WEISSBACH, 1998):

VK > 35 und > 1 g NO<sub>3</sub>/kg TM  
oder  
VK > 35 und > 10<sup>5</sup> MSB/kg TM

Bei folgenden Pflanzenarten wurden wiederholt Silagen von viel besserer Gärqualität gefunden, als nach diesen Forderungen zu erwarten war und bei denen deshalb positive Wirkungen sekundärer Pflanzenstoffe wahrscheinlich sind (die Reihenfolge entspricht abnehmender Wahrscheinlichkeit): *Lotus corniculatus*, *Ranunculus repens*, *Crepis biennis*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Polygonum bistorta*, *Geranium pratense*, *Alchemilla vulgaris*, *Filipendula ulmaria*, *Geranium silvaticum*, *Senecio jacobaea* und *Hypericum perforatum*.

### 3.2. Ergebnisse zur aeroben Stabilität

Viele Silagen, die nach herkömmlichen Maßstäben einwandfreie Gärqualität aufweisen, d. h. die keine Buttersäure und auch nur sehr wenig Essigsäure enthalten, sind aerob instabil. Diese Erscheinung wird im allgemeinen auch durch die vorliegenden Untersuchungen bestätigt. Besonders ausgeprägt war sie z. B. bei allen Umbelliferen (*Anthriscus silvestris*, *Daucus carota*, *Heracleum sphondylium* u. a.) und Polygonaceen (*Polygonum bistorta*, *Rumex spec.*), aber auch bei Arten einiger anderer Pflanzenfamilien. Als Beispiel für die aerobe Instabilität fehlgärungsfreier Silagen ist in Tabelle 4 das Ergebnis eines Versuches mit *Anthriscus silvestris* angegeben.

Tabelle 4 : *Anthriscus silvestris* (Wiesen-Kerbel)

Ausgangsmaterial								
	TM = 11,9 %		Z/PK = 2,4			VK = 31,1		
	NO <sub>3</sub> = 2,3 g/kg TM		MSB = 3,3 lg/g FM			pH = 6,3		
Silage	pH nach		in % der Frischmasse			NH <sub>3</sub> -N % des Ges.-N	Gär- qualität Note	Aerobe Stabilität Tage
	3 Tagen	6 Monaten	Milch- säure	Essig- säure	Butter- säure			
ohne Zusatz	4,0	3,7	2,22	0,20	0,00	6,8	I	4,5
3 % Zucker	.	3,7	3,01	0,20	0,00	6,0	I	2,0
0,05 % KNO <sub>3</sub>	.	3,7	2,93	0,17	0,00	6,2	I	3,3
10 <sup>5</sup> MSB/g	3,7	3,7	2,65	0,12	0,00	3,0	II	1,5

Im Unterschied zu dieser erwartungsgemäßen Luftempfindlichkeit guter Silagen erwiesen sich solche aus einigen anderen Pflanzenarten als regelmäßig aerob stabil. Dazu zählen praktisch alle Silagen aus Leguminosen, aus den *Ranunculus*- und den *Galium*-Arten sowie aus *Filipendula ulmaria* und *Centaurea jacea*. In allen diesen Kräutern sind Hemmstoffe zu vermuten, die eine massive Entwicklung von Hefen verhindern. Als Beispiel wird in Tabelle 5 das Ergebnis eines Versuches mit *Lotus corniculatus* angegeben. Alle Silagen erwiesen sich als von guter Gärqualität und waren trotzdem mindestens 6,5 Tage lang aerob stabil.

Tabelle 5 : *Lotus corniculatus* (Wiesen-Hornklee)

Ausgangsmaterial								
	TM = 15,1 %		Z/PK = 0,9			VK = 22,3		
	NO <sub>3</sub> = 0,1 g/kg TM		MSB = 3,8 lg/g FM			pH = 6,4		
Silage	pH nach		in % der Frischmasse			NH <sub>3</sub> -N % des Ges.-N	Gär- qualität Note	Aerobe Stabilität Tage
	3 Tagen	6 Monaten	Milch- säure	Essig- säure	Butter- säure			
ohne Zusatz	5,1	4,3	0,94	0,43	0,01	8,0	II	7,0
3 % Zucker	.	3,8	2,52	0,40	0,01	3,0	I	7,0
0,05 % KNO <sub>3</sub>	.	4,4	1,15	0,68	0,00	8,0	II	6,5
10 <sup>5</sup> MSB/g	4,4	4,3	1,19	0,55	0,01	6,5	II	6,5

### 3.3. Ergebnisse zum Proteinabbau

Ein geringer Ammoniakgehalt der Silagen ist eines der Merkmale guter Gärqualität. Jedoch auch in guten Silagen muß mit einem gewissen Ammoniakanteil am Gesamtstickstoff von bis zu etwa 8 % gerechnet werden, der als Resultat eines unvermeidbaren, geringen Aminosäurenabbaus und der Reduktion von Nitrat, soweit dieses vorhanden ist, entsteht und deshalb zu tolerieren ist.

Im Ergebnis der vorliegenden Untersuchung wurde nun aber gefunden, daß in den Silagen aus einzelnen Wiesenkräuterarten ganz ungewöhnlich niedrige Ammoniakgehalte auftreten und daß diese Erscheinung selbst dann vorkommt, wenn die Silage eine Fehlgärung durchlief. Der Ammoniakgehalt dieser Silagen liegt meist unter 3 %, z. T. sogar unter 1 % des Gesamtstickstoffs. Die Tabellen 6 und 7 zeigen Beispiele dafür.

**Tabelle 6 : *Alchemilla vulgaris* (Gewöhnlicher Frauenmantel)**

Ausgangsmaterial								
	TM = 18,0 %		Z/PK = 2,6			VK = 38,8		
	NO <sub>3</sub> = 0,1 g/kg TM		MSB = 4,2 lg/g FM			pH = 5,9		
Silage	pH nach		in % der Frischmasse			NH <sub>3</sub> -N % des Ges.-N	Gär- qualität Note	Aerobe Stabilität Tage
	3 Tagen	6 Monaten	Milch- säure	Essig- säure	Butter- säure			
ohne Zusatz	5,5	4,5	0,57	0,19	0,09	2,6	III	5,3
3 % Zucker	.	4,0	1,26	0,17	0,04	1,8	II	3,5
0,05 % KNO <sub>3</sub>	.	3,9	1,65	0,29	0,00	1,9	I	.
10 <sup>5</sup> MSB/g	4,3	3,8	1,62	0,25	0,00	0,8	I	2,5

**Tabelle 7 : *Plantago lanceolata* (Spitz-Wegerich)**

Ausgangsmaterial								
	TM = 19,9 %		Z/PK = 2,9			VK = 43,1		
	NO <sub>3</sub> = 0,2 g/kg TM		MSB = 2,9 lg/g FM			pH = 6,0		
Silage	pH nach		in % der Frischmasse			NH <sub>3</sub> -N % des Ges.-N	Gär- qualität Note	Aerobe Stabilität Tage
	3 Tagen	6 Monaten	Milch- säure	Essig- säure	Butter- säure			
ohne Zusatz	5,8	4,4	0,69	0,11	0,56	1,7	IV	7,0
3 % Zucker	.	4,2	1,10	0,17	0,42	1,4	III	7,0
0,05 % KNO <sub>3</sub>	.	3,7	2,18	0,22	0,00	1,8	II	4,5
10 <sup>5</sup> MSB/g	4,5	3,7	2,04	0,17	0,09	0,8	II	5,8

Dieses Phänomen ist eindeutig ganz bestimmten Pflanzenarten zuzuordnen und läßt auf die Anwesenheit speziell gegen den Eiweiß- und Aminosäurenabbau gerichteter pflanzen-eigener Wirkstoffe schließen. Bei den Silagen folgender Arten trat diese Schutzwirkung auf das Protein auf: *Alchemilla vulgaris*, *Filipendula ulmaria*, *Geranium pratense*, *Geranium silvaticum*, *Hypericum perforatum*, *Plantago lanceolata*, *Rumex obtusifolius* und *Sanguisorba officinalis*.

Die Vielfalt dieser Arten und ihrer chemischen Zusammensetzung läßt erkennen, daß die Schutzwirkung auf das Protein offenbar von Stoffen ganz unterschiedlicher chemischer Natur ausgehen kann. Nähere Untersuchungen dazu sind notwendig. Das umso mehr, als der hier für den Silo nachgewiesene Schutz des Proteins vor mikrobiellem Abbau durch-

aus auch für den Pansen der Wiederkäuer zutreffen könnte. Der dem Futter von kräuterreichen Pflanzenbeständen als Weide und Heu seit langem nachgesagte besondere Nährwert könnte hierdurch vielleicht eine wissenschaftliche Begründung finden.

#### 4. Fazit

Als Gesamtergebnis dieser Untersuchungen bleibt festzuhalten, daß sie zahlreiche Hinweise auf Effekte sekundärer Pflanzenstoffe aus Wiesenkräutern ergeben haben, die den Gärungsverlauf und den Gebrauchswert der Silagen nachhaltig beeinflussen können. Weiterführende und vertiefende Untersuchungen erscheinen deshalb lohnend. Die Wirkungsrichtung dieser Stoffe und die Pflanzenarten, bei denen weiter nach diesen Effekten geforscht werden sollte, lassen sich problemlos aus den vorgelegten Ergebnissen dieses Screenings ableiten.

#### 5. Literaturverzeichnis

- DANIEL, P. und OPITZ VON BOBERFELD, W. (1997): Zum Effekt von *Geranium pratense* L. auf Gäreigenschaften und Gärqualität. Mitteilungen Gesellsch. Pflanzenbauwiss. 10, 83-84
- GALLAND, N. (1989): Aperçu des plantes à propriétés pharmacologiques. In: Thomet, P., Schmid, W. und Daccord, R.: Erhaltung von artenreichen Wiesen. Bericht 37 des Nationalen Forschungsprogrammes „Boden“, Liebefeld-Bern
- GESSNER, O. (1974): Die Gift- und Arzneipflanzen von Mitteleuropa. Orzechowski, G. (Herausg.): 3. Aufl. Universitätsverlag Carl Winter, Heidelberg
- ISSELSTEIN, J. (1993): Forage nutritive value and ensilability of some common grassland herbs. Proc. XVII. Intern. Grassland Congr., New Zealand, Vol. I, 577-579
- ISSELSTEIN, J. (1994): Zum futterbaulichen Wert verbreiteter Grünlandkräuter. Habilitationsschrift, Gießen
- NÖSBERGER, J., LEHMANN, J., JEANGROS, B., DIETL, W., KESSLER, W., BASSETTI, P. and MITCHLEY, J. (1994): Grassland production systems and nature conservation. In: Grassland and Society. Proc. 15. General Meeting Europ. Grassl. Feder., Wageningen, 255-265
- STÄHLIN, A. (1971): Gütezahlen von Pflanzenarten im frischen Grundfutter. Das wirtschaftseigene Futter, Sonderheft 5
- WEISSBACH, F., (1998): Untersuchungen über die Beeinflussung des Gärungsverlaufes bei der Bereitung von Silage durch Wiesenkräuter verschiedener Spezies im Aufwuchs extensiv genutzter Wiesen. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 185, 1-99.

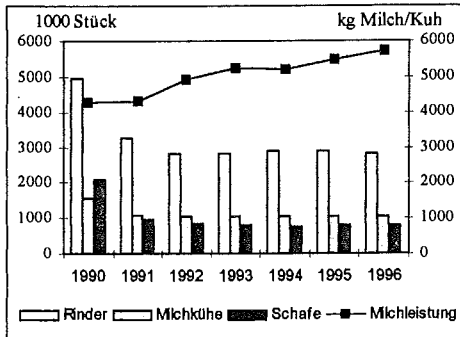
## Einfluß einer differenzierten Bewirtschaftung auf Pflanzenbestand, Ertrag und Futterqualität des Flußauengrünlandes

G. Adolf<sup>1</sup> und S. Schäfer<sup>2</sup>

### 1. Einleitung

Die typischen Grünlandstandorte der neuen Bundesländer befinden sich in den Niedermooren, Vor- und Mittelgebirgslagen sowie in den Flußauen. Hier umfaßt die Dauergrünlandfläche ca. 1,2 Mio. ha, was einem Anteil von 22% an der LF entspricht.

Nach der Wende sind die Rinder- und Schafbestände drastisch zurückgegangen, gleichzeitig ist aber die Milchleistung der Kühe stetig angestiegen.



Entwicklung des Rinder- und Schafbestandes sowie der Milchleistung in den neuen Bundesländern

Neben der Milchproduktion hat auch die Fleischerzeugung über die Mutterkuhhaltung stark zugenommen. Ein beachtlicher Anteil des Grünlandes wird so in tiergebundener Form genutzt, das ansonsten brachfallen würde. Außerdem ist die Erhaltung der parkähnlichen Auen- Kulturlandschaft durch extensive Nutzung und Pflege eine weitere ökologische Leistung des Landwirtes.

<sup>1</sup> Dr. agr. Gotthard Adolf, Institut für Acker- und Pflanzenbau, Ludwig-Wucherer-Str. 2,

<sup>2</sup> Dr. agr. Stephan Schäfer, Institut für Tierzucht und Tierhaltung mit Tierklinik, Adam-Kuckhoff-str.35 Martin-Luther-Universität, 06108 Halle

## 2. Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet umfaßt das linksseitige, zeitweilig überflutete Auengrünland der Elbe bei Wittenberg. Die Überschwemmungsflächen erreichen hier zwischen Deich und Elbe häufig von mehr als 1000m. Im Versuchszeitraum unterlag das Deichvorland der Elbe Überschwemmungen unterschiedlicher Dauer, Höhe und Intensität. Bei Trockenheit konnte das Grundwasser aber auch bis zu Tiefen von 300 cm unter Flur absinken.

Bei den Dauergrasnarben handelte es sich überwiegend um ehemals intensiv bewirtschaftete Wiesenfuchsschwanzbestände mit unterschiedlich hohen Anteilen an Gemeiner Quecke, Rispensarten und standorttypischen Kräutern.

## 3. Ergebnisse und Diskussion

Die Grünlandgesellschaften im Deichvorland der Elbe zeigen in Abhängigkeit von der N-Düngung bei den einzelnen Arten ein differenziertes Bild (Tab.1)

Einfluß steigender N-Gaben auf die Ertragsanteile (%) einzelner Arten von drei Aufwüchsen eines Wiesenfuchsschwanzbestandes im Jahre 1997

Aufw.	Pflanzenart	Ertragsanteile (%)			
		N-Gabe (kg/ha)			
		0	30	60	90
1.	Wiesenfuchsschwanz	41	41	41	43
	Quecke	3	7	12	13
	Wiesenrispe	17	18	9	12
	Sumpfrispe	2*	10	8	10
	Rohrglanzgras	*		1	5
	Vogelwicke	6	1	*	*
	Löwenzahn	2	1	*	*
	Großer Sauerampfer	14	6	9	9
	Kriechender Hahnenfuß	4	1	*	*
	Sonstige	11	15	20	8
2.	Wiesenfuchsschwanz	49	58	62	62
	Quecke	2	2	5	4
	Wiesenrispe	16	12	3	2
	Sumpfrispe	2	9	15	9
	Rohrglanzgras	*	1	1	9
	Vogelwicke	4	*	*	*
	Löwenzahn	8	3	1	1
	Großer Sauerampfer	12	15	12	12
	Kriechender Hahnenfuß	5	2	1	1
	Sonstige	2	*	*	*
3.	Wiesenfuchsschwanz	48	65	73	71
	Quecke	*	*	2	3
	Wiesenrispe	28	12	7	4
	Sumpfrispe	*	2	4	3
	Rohrglanzgras	*	1	2	5
	Vogelwicke	1	*	*	*
	Löwenzahn	8	10	3	2
	Großer Sauerampfer	7	6	6	8
	Kriechender Hahnenfuß	6	4	3	4
	Sonstige	2	*	*	*

\* Ertragsanteile unter 1%

Es ist festzustellen, daß der düngungsdankbare Wiesenfuchsschwanz in der feuchten bis frischen Lage wieder stärker Einfluß gewinnt und sich gegenüber der Quecke zunehmend durchzusetzen beginnt. Hierbei zeigt sich, daß der Wiesenfuchsschwanz, insbesondere im Frühjahr, über eine hohe Vitalität gegenüber Überflutungen und Nässe verfügt.

Die Quecke vermag erst später, entsprechend ihres hohen Temperaturoptimums, den Wiesenfuchsschwanz stärker zu bedrängen. Die Quecke erreichte zwar bei steigender N-Düngung eine leichte Zunahme, aber ihre Anteile bewegten sich dennoch in tolerierbaren Grenzen.

Die Wiesenrispe kann sich bei zunehmender N-Düngung nicht mit höheren Anteilen behaupten. Dieses Untergras wird im oberen Düngungsbereich durch die massenwüchsigeren Arten überwachsen und unterdrückt.

In der feuchten bis frischen Auenlage gewinnt die horstwüchsige, feinhalmige Sumpfrispe stärker an Einfluß. Sie reagiert auf steigende N-Gaben bis in den mittleren Düngungsbereich positiv. Ihr Vorkommen beschränkt sich hier nicht nur auf wenige Individuen, sondern auf ein nesterweises Auftreten auf kleinem Raum.

Das Rohrglanzgras zeigt bis zur höchsten N-Stufe zunehmende Ertragsanteile. Diese Art stellte sich erst im Verlauf der Jahre wieder ein, was auf eine reduzierte Nutzungsintensität zurückgeführt werden kann.

Die Leguminosen und Kräuter erfuhren durch steigende N-Gaben infolge der massenwüchsigeren Gräser eine unterschiedlich starke Verdrängung. Davon waren die niedrigwüchsigeren Kräuterarten Löwenzahn und Kriechender Hahnenfuß stärker betroffen als der Große Sauerampfer.

Die Trockensubstanzerträge erreichten bei steigender N-Düngung im Jahre 1997 nahezu 120dt/ha (Tab.2). Dabei war die ertragssteigende Wirkung im unteren Düngungsbereich mit etwa 40dt/ha TS am größten.

Trockensubstanzerträge ( dt/ha ) der einzelnen Aufwüchse eines Wiesenfuchsschwanzbestandes bei steigender N-Düngung im Jahre 1997

Aufw.	TS-Ertrag ( dt/ha )			
	N-Menge ( kg/ha )			
	0	90	180	270
1.	36,6	63,8	60,1	67,1
2.	20,1	29,5	40,2	37,9
3.	5,7	9,7	12,9	12,5
Summe	62,4	103,0	113,2	117,5

Diese Ertragsentwicklung war im wesentlichen auch für alle Aufwüchse zutreffend.

Die differenzierte Bewirtschaftung des Auengrünlandes schließt die Extensivierung mit ein. In vielen Fällen bedeutet dies ein Unterlassen der N-Düngung, ein schrittweises Verringern der Nutzungshäufigkeit und ein Hinausschieben des Nutzungszeitpunktes. Wird über einen längeren Zeitraum hinweg extensiv genutzt und nicht mehr gedüngt, so verändert sich die Artenstruktur (Tab.3) Die Wiese wird artenreicher. Voraussetzung dafür ist natürlich, daß noch keimfähige Samen von standorttypischen Arten aus früheren Zeiten im Boden vorhanden sind. Eine Extensivierung scheint auf solchen Auenstandorten zweckmäßig zu sein, deren Leistungspotential bereits von Natur aus niedrig ist oder sich in wenigen Jahren rückläufig entwickeln wird.

Tab. 3: Veränderung der Artenzahl auf drei Auenstandorten im Zeitraum von 1991 bis 1997

Jahr	Standort I		Standort II		Standort III	
	Gesamt	Grasarten	Gesamt	Grasarten	Gesamt	Grasarten
1991	14 (12 ... 16)	7	8 (6 ... 9)	5	12 (10 ... 14)	4
1994	23 (20 ... 26)	7	17 (12 ... 21)	6	19 (16 ... 22)	5
1997	35 (28 ... 42)	7	25 (19 ... 32)	6	30 (20 ... 40)	5

Hierzu zählen Standorte der frischen- bis trockenen bzw. wechselfeuchten Lagen. Je höher der Anteil an Leguminosen und Kräutern, um so nutzungselastischer wird die Wiese für den Landwirt und desto höher steigt auch ihr ökologischer Wert für den Naturschutz.

Stark gedüngte oder von Natur aus nährstoffreiche Grünlandnarben, die z. B. zeitweiligen Überschwemmungen mit Sedimentablagerungen unterliegen (SCHÄFER, 1987), können deshalb nur schrittweise extensiviert werden. Sie müssen erst einen längeren Zeitraum durchlaufen (ADOLF und SCHÄFER, 1996).

Mit verspätetem Schnitt zeichnete sich ab, daß entsprechend der Feuchtelage die frühwüchsigen Grasarten Wiesenfuchsschwanz und Wiesentrippe zurückgingen, während sich die später nutzungsreifen Arten, wie das Rohrglanzgras, die Sumpfrispe und vor allem die Gemeine Quecke zunehmend ausbreiteten. Der Standorteinfluß, insbesondere die Wirkungen länger anhaltender Überschwemmungen, kommt im Auftreten und in den Anteilen der nasseliebenden Arten, auch bei den Kräutern, gut zum Ausdruck.



Bei höheren Anteilen von Wiesenfuchsschwanz und Quecke von mehr als 30 %, die sich auf Standort II bei feuchter bis frischer Lage und verspätetem Schnittermin zunehmend ergänzen, sind auch die Anteile an Leguminosen niedrig und dann meist rückläufig (Tab.4). Interessant ist die Tatsache, daß mit verspätetem Schnittzeitpunkt nitrophile Hochstauden, wie z. B. die Ackerkratzdistel, eine stärkere Ausbreitung erfährt und zum Problemunkraut avanciert. Diese floristische Entwicklung war in beiden Wiesenfuchsschwanzbeständen festzustellen.

Tab.4: Einfluß von der Feuchtelage und dem Schnittzeitpunkt im ersten Aufwuchs 1997 auf die botanische Zusammensetzung (%) von Wiesenfuchsschwanzbeständen an der mittleren Elbe

Pflanzenart	Standort I				Standort II			
	Feuchte ... nasse Lage				Feuchte ... frische Lage			
	1.06.	10.06.	20.6.	30.6.	1.06.	10.06.	20.06.	30.06.
Wiesenfuchsschwanz	22	27	30	19	35	34	31	30
Gemeine Quecke	2	7	8	10	16	23	30	36
Wiesenrispe	22	22	4	*	4	10	6	1
Gemeine Rispe	*	9	7	10	8	7	9	10
Sumpfrispe	6	6	18	20				
Wiesenschwingel	1	2	*	*				
Rohrglanzgras	1	1	3	4			*	
Vogelwicke	2	1	1	4	2	1	1	*
Löwenzahn	5	3	3	1	9	2	1	*
Gemeiner Beinwell	4	3	2	3	3	3	5	3
Kuckucks-Lichtnelke	2	1	*		*			
Kriechender Hahnenfuß	6	3	2	*	*		*	
Nordisches Labkraut	14	3	5	10			*	
Wiesenlabkraut		*			9	5	5	5
Große Brennessel					2	1	1	*
Ackerkratzdistel	2	8	10	9	2	5	6	14
Sonstige	11	4	7	10	10	9	5	1

Derartig unerwünschte und einseitig ausgerichtete Veränderungen, die auf Nährstoffreichtum und Auflockerungen der Narbe beruhen, entsprechen auch nicht den Zielen des Artenschutzes, sondern müssen durch einen weiteren Schnitt (Pflegeschnitt) Einhalt geboten werden. Futter aus später geschnittenen Beständen ist in der Rinderfütterung nur bedingt verwertbar.

Tab.5: Einfluß des Schnittzeitpunktes im ersten Aufwuchs 1997 auf die Rohnährstoffe des Futters von verschiedenartigen Wiesenfuchsschwanzbeständen in der Elbaue bei Wittenberg

Schnittzeitpunkt	Standort I			Standort II			Standort III		
	RFa	RP	RFe % i. d. TS	RFa	RP	RFe % i. d. TS	RFa	RP	RFe % i. d. TS
01.6.	26,4	9,5	2,4	27,9	8,6	2,5	28,6	9,5	2,4
10.06.	27,8	7,3	2,3	28,6	6,6	2,5	29,8	7,5	2,6
20.06.	27,3	6,8	2,4	29,2	5,8	2,4	29,8	7,4	2,5
30.06.	28,2	5,9	2,2	28,9	4,9	2,0	30,1	6,1	2,4

Andererseits wird Futter von Grünlandflächen, die mit Nachdruck extensiviert wurden, bei spätem Schnittermin schnell überständig. Dieses Futter ist dann reich an Rohfaser, aber arm an Rohprotein (Tab.5).

Die Futterqualität von Wiesenfuchsschwanzbeständen kann zwar durch frühen Weidegang verbessert werden, ist aber auf die Dauer gesehen schädlich für die Existenz des trittempfindlichen Wiesenfuchsschwanzes (PETERSEN, 1988).

Eine Verbesserung dieses Zustandes kann durch Einsaaten mit spätnutzungsreifen Sorten der qualitativ wertvollen Gräser Deutsches Weidelgras und Wiesenschweidel erreicht werden (BONITZ, 1986). Durch den Erhalt der alten Narbe bei Einsaat werden im Vergleich zu Neuansaaten (BISCHOFF, 1982) die Bodenstruktur und das Bodenleben auf diesen Auenstandorten nicht gestört und der Erosionsschutz ist gewährleistet. Die bodenständigen Grasarten Wiesenfuchsschwanz und Wiesenrispe bleiben dem Bestand erhalten.

#### 4. Schlußfolgerungen

Aus den Untersuchungen zur differenzierten Bewirtschaftung des Flußauengrünlandes lassen sich folgende Aussagen ableiten:

- Die Stickstoffdüngung fördert die Arten Wiesenfuchsschwanz, Gemeine Quecke, Ackerkratzdistel u.a., wogegen die wettbewerbsschwachen Kräuter und Leguminosen unterdrückt werden.
- Ein Unterlassen der N-Düngung und ein versetzter Schnittzeitpunkt im ersten Aufwuchs führt mit zunehmender Zeitdauer bei Wiesenfuchsschwanzbeständen zu größerer Artenvielfalt, insbesondere an blütenreichen Kräutern.
- Futter von später geschnittenen Wiesenfuchsschwanzbeständen im ersten Aufwuchs ist reich an Rohfaser und arm an Rohprotein.

## 5.Literatur

ADOLF,G.;SCHÄFER,ST.: Grundlagen und Maßnahmen zur Renaturierung geschädigter Grünlandvegetation im Biosphärenreservat Mittlere Elbe durch Extensivierung, 1996, Abschlußbericht

BISCHOFF,H.-M.: Ansaat und Bewirtschaftung neuer Gräserbestände auf überflutungsbeeinflussten Flußauenstandorten im Gebiet der mittleren Elbe. Halle 1982. Univ., Diss.B

BONITZ,H.: Untersuchungen zur Einsaat von Gräsern in Dauergrasnarben auf Flußauenstandorten im Gebiet der mittleren Elbe. Halle 1986, Univ.,Diss.A

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

SCHÄFER,ST.: Der Einfluß simulierter Überflutung, Sedimentation und Stickstoffdüngung auf die Bestandesentwicklung, den Ertrag und die Futterqualität ausgewählter Grasarten im Modellversuch. Halle 1987, Univ.,Diss.A

# **Muß Grünland in Deutschland mit Schwefel gedüngt werden?**

von

Dr. Gregor Pasda

**BASF AG, Agrarzentrum Limburgerhof  
Entwicklung Düngemittel**

## **1. Einleitung**

Die Schwefeleinträge über die Luft sind in Deutschland zwischen 1980 und 1990 von ca. 3000 t/a auf ca. 1000 t/a zurückgegangen (UMWELTBUNDESAMT 1994). In diesen Zeitraum fallen auch die ersten Beobachtungen von Schwefelmangelsymptomen in Beständen der schwefelbedürftigen Kulturart Winterraps (S-Bedarf ca. 70 kg/ha). Seit 1990 wird in zunehmenden Maße auch eine Schwefelunterversorgung in Getreidebeständen festgestellt. Dabei ist zu berücksichtigen, daß Getreide im Gegensatz zu Winterraps nur einen Schwefelbedarf von ca. 25 kg/ha S hat. Grünland liegt mit einem Bedarf von ca. 40 kg/ha S zwischen den S-Ansprüchen der oben genannten Kulturarten. Es ist daher zu vermuten, daß Grünland ebenfalls auf eine S-Düngung positiv reagiert. Um diese Frage zu überprüfen, wurde zwischen 1995 und 1997 in einjährigen Versuchen auf verschiedenen Standorten geprüft, ob, und wenn ja, wie, Dauergrünland in Deutschland auf eine Schwefeldüngung bezüglich Ertrag und Qualität reagiert.

## **2. Material und Methoden**

Zwischen 1995 und 1997 wurden insgesamt 16 S-Düngungsversuche (randomisierte Blockanlagen mit 4 Wiederholungen) auf Dauergrünland (Narbenalter > 7 a) auf insgesamt 6 verschiedenen Standorten in Baden-Württemberg (Oberer Lindenhof der Universität Hohenheim), Rheinland-Pfalz (Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung Neumühle) und Niedersachsen (Bösel (Universität Göttingen, Außenstelle Vechta), Wiefelstede und Friedeburg-Reepsholt (LUF A Oldenburg), Sandergröden (BASF AG, VSA Hannover) angelegt. Nur auf dem Standort „Oberer Lindenhof“ handelte es sich um einen statischen Versuch.

Die Effekte einer Schwefeldüngung wurden mit folgenden Düngungsvarianten geprüft:

1. ohne Mineraldüngung
2. nur N in Form von Kalkammonsalpeter (KAS: 27 % N) zu jedem Aufwuchs
3. N und S in Form von Ammonsulfatsalpeter (ASS: 26 % N und 13 % S) zu jedem Aufwuchs.

Die Gesamt-N-Menge lag je nach Standort zwischen 150 und 200 kg/ha. Damit wurden in der Variante 3 je nach Standort zwischen 75 und 100 kg /ha S ausgebracht.

Es wurde der Frischmasseertrag und die Trockensubstanz sowie der N- und S-Gehalt eines jeden Aufwuchses erfaßt. An 4 Standorten in Niedersachsen wurde jedes Jahr der erste Aufwuchs in Rundballen siliert und an der LUF A Oldenburg mittels des NIR-Verfahrens auf den NEL-Gehalt analysiert.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Ertragsbeeinflussung:

Im Mittel von 16 Versuchen wurde der Gesamttrockenmasseertrag durch eine Schwefeldüngung im Vergleich zu ohne Schwefel (= 111,1 dt/ha) um + 5,2 dt/ha erhöht (Tab. 1). Die deutlichsten Ertragsunterschiede wurden im zweiten (+ 2,9 dt/ha) und dritten Aufwuchs (+ 1,8 dt/ha) festgestellt. Diese Ergebnisse stimmen mit den Beobachtungen von MURPHY und BOGGAN (1988) und MURPHY und O'DONNELL (1989) in Irland, KLESSA et al. (1989) in Schottland und TAUBE et al. (1996) in Schleswig Holstein überein.

**Tabelle 1:**

Einfluß einer Schwefeldüngung auf den Trockenmasseertrag (dt/ha) verschiedener Aufwüchse von Dauergrünland (1995-1997, n=16)

Düngung	1. Aufwuchs	2. Aufwuchs	3. Aufwuchs	Σ
ohne	29,5 A <sup>1)</sup>	23,0 A	17,6 A	71,6 A
KAS <sup>2)</sup>	48,2 B	34,3 B	26,3 B	111,1 B
ASS <sup>2)3)</sup>	48,5 B	37,2 C	28,1 C	116,3 C

<sup>1)</sup> Werte mit gleichen Buchstaben in einer Spalte unterscheiden sich nicht signifikant (Duncan-Test,  $\alpha = 5\%$ )

<sup>2)</sup> N-Gesamt je nach Standort: 150 - 200 kg/ha N

<sup>3)</sup> S-Gesamt je nach Standort: 75 - 100 kg/ha N

Die Ertragsreaktionen auf eine S-Düngung wurden stark vom Versuchsjahr beeinflusst. So konnte 1995 im Mittel von 6 Versuchen der höchste Ertragsunterschied (+ 10,1 % zugunsten der S-Düngung) festgestellt werden (Tab. 2). Dabei wurde in fast jedem Aufwuchs ein deutlicher Ertragsunterschiede zwischen ohne und mit Schwefel beobachtet. Dagegen wurden nur sehr geringe Ertragsdifferenzen im Jahr 1996 (n=5) gemessen. 1997 (n=5) war wieder ASS (mit S) KAS (ohne S) im Gesamtertrag signifikant überlegen, wobei dies überwiegend auf eine starke S-Wirkung im dritten Aufwuchs zurückzuführen war.

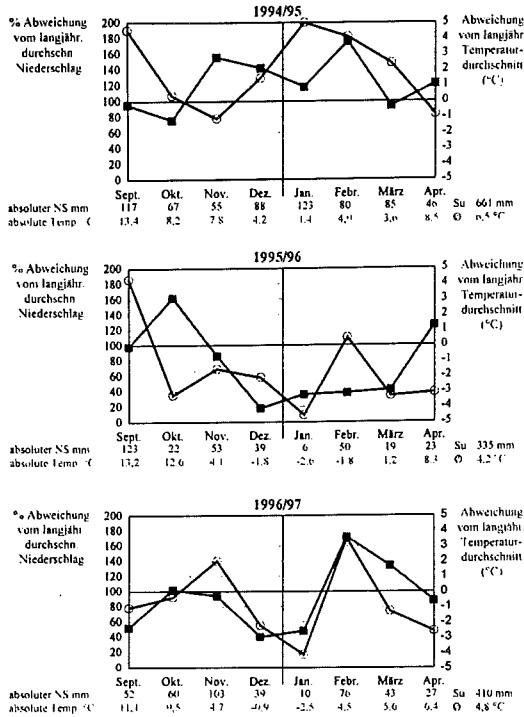
**Tabelle 2:**

Einfluß einer Schwefeldüngung auf den Relativertrag von Dauergrünland (ohne S=KAS=100 %) in Abhängigkeit vom Versuchsjahr.

Aufwuchs	1995 n = 6	1996 n = 5	1997 n = 5
1. Aufwuchs	105 ns <sup>1)</sup>	96,9 ns	99,6 ns
2. Aufwuchs	118,6 S	102,5 ns	101,9 ns
3. Aufwuchs	108,7 S	98,4 ns	115,5 S
Summe	110,1 S	98,7 ns	103,8 S

<sup>1)</sup> ns = nicht signifikant bzw. S = signifikant im Vergleich zu ohne S = KAS = 100 % (Duncan-Test,  $\alpha = 5\%$ )

Ein wesentlicher Grund für deutliche Ertragsunterschiede zwischen den Düngungsvarianten in den drei Jahre könnten die Witterungsbedingungen über Winter gewesen sein: Das Winterhalbjahr '94/95 war überdurchschnittlich naß und warm (Abb 1).



**Abbildung 1:**

Witterungsverlauf (Niederschlag (○), Temperatur (■)) zwischen September und April der Jahre '94/'95, '95/'96 und '96/'97

Dies führte zu einer überdurchschnittlichen hohen N- und S-Mineralisation. Die hohen Niederschläge im gleichen Zeitraum haben zu einer starken N- (unterdurchschnittliche  $N_{min}$ -Werte in Ackerbaugebieten im Frühjahr 1995) und S-Verlagerung geführt. Daher wurden deutliche S-Ertragseffekte auf Grünland erzielt. Im Gegensatz dazu war der Winter '95/'96 dadurch gekennzeichnet, daß es verhältnismäßig früh und über einen langen Zeitraum sehr trocken und sehr kalt war. Die im Herbst mineralisierten N- und S-Mengen wurden über Winter konserviert (überdurchschnittliche  $N_{min}$ -Werte in Ackerbaugebieten im Frühjahr 1996) und standen im Frühjahr den Pflanzen fast vollständig zur Verfügung. Somit waren keine oder regional nur sehr geringe S-Ertragswirungen auf Grünland zu beobachten. Der Winter '96/'97 zeichnete sich am Anfang und

Ende durch eine nasse und warme und nur zum Jahreswechsel durch eine trockene und kalte Witterung aus. Somit wurden 1997 wiederum signifikant höhere Erträge mit Schwefel im Vergleich zu ohne Schwefel festgestellt, wobei die Unterschiede nicht so deutlich wie im Jahr 1995 waren.

### 3.2 Qualitätsbeeinflußung

Im Mittel von 16 Versuchen konnten für den Rohproteingehalt keine signifikanten Unterschiede zwischen KAS- und ASS-Düngung festgestellt werden (ohne Darstellung). Dagegen wurde der Schwefelgehalt in den Aufwüchsen durch eine mineralische Schwefelzufuhr erhöht bzw. das N-S-Verhältnis verringert (Tab. 3).

**Tabelle 3:**

Einfluß einer Schwefeldüngung auf den S-Gehalt (%) und das N-S-Verhältnis (XY,Z : I) verschiedener Aufwüchse von Dauergrünland (1995-1997, n=16)

Düngung	1. Aufwuchs		2. Aufwuchs		3. Aufwuchs	
	S	N:S	S	N:S	S	N:S
ohne	0,21 A <sup>1)</sup>	10,8 A	0,24 B	8,8 A	0,31 B	9,1 A
KAS <sup>2)</sup>	0,20 A	13,4 A	0,22 A	12,0 B	0,29 A	10,3 B
ASS <sup>2)3)</sup>	0,26 B	10,5 A	0,30 C	8,8 A	0,37 C	7,9 A

<sup>1)</sup> Werte mit gleichen Buchstaben in einer Spalte unterscheiden sich nicht signifikant (Duncan-Test,  $\alpha = 5\%$ )

<sup>2)</sup> N-Gesamt je nach Standort: 150 - 200 kg/ha N

<sup>3)</sup> S-Gesamt je nach Standort: 75 - 100 kg/ha N

In 10 Versuchen wurde jedes Jahr der ersten Aufwuchs aus den KAS- und ASS-Varianten in Rundballen siliert. Im Mittel wurde in der Variante mit Schwefel ein um + 0,34 MJ/KG NEL höherer Energiegehalt im Vergleich zu ohne Schwefel festgestellt (Tab. 4). In Abhängigkeit vom Versuchsjahr lagen die Unterschiede zugunsten der S-Düngungsvariante zwischen + 0,1 (1995) und + 0,7 MJ/kg NEL (1997).

**Tabelle 4:**

Einfluß einer Schwefeldüngung auf den Energiegehalt (MJ/kg NEL) von Grassilage (1. Aufwuchs) in Abhängigkeit vom Versuchsjahr (1996-1997, n=10)

Düngung	1995 n = 4	1996 n = 3	1997 n = 3	1995 - 1997 n = 10
KAS <sup>1)</sup>	6,05 A <sup>2)</sup>	5,87 A	5,77 A	5,91 A
ASS <sup>1)3)</sup>	6,15 A	6,23 B	6,53 B	6,29 B

<sup>1)</sup> 80 kg/ha N

<sup>2)</sup> Werte mit gleichem Buchstaben in einer Spalte unterscheiden sich nicht signifikant (Duncan-Test,  $\alpha = 5\%$ )

<sup>3)</sup> 40 kg/ha S

In den letzten beiden Versuchsjahren wurden die Silagen zusätzlich zum Probenahme-termin Dezember nochmals im folgenden April auf ihren Energiegehalt hin untersucht. Es zeigt sich in beiden Jahren, daß in der reinen N-Variante der Energiegehalt zwischen Dezember und April stärker abnahm, als in der Variante, in der neben N auch S gedüngt wurde (Tab. 5).

**Tabelle 5:**

Einfluß einer Schwefeldüngung auf den Energiegehalt (MJ/kg NEL) von Grassilage (1. Aufwuchs) in Abhängigkeit vom Probenahmetermin (1996-1997, n=6)

Düngung	Probenahme-termin	1996 n = 3	1997 n = 3	1996 - 1997 n = 6
KAS <sup>1)</sup>	T 1 : Dezember	5,87 A <sup>2)</sup>	5,77 A	5,82 A
ASS <sup>1)3)</sup>	T 1 : Dezember	6,23 B	6,53 B	6,38 B
KAS <sup>1)</sup>	T 2: April	5,43 A <sup>2)</sup>	5,30 A	5,37 A
ASS <sup>1)3)</sup>	T 2: April	6,07 B	6,37 B	6,22 B

<sup>1)</sup> 80 kg/ha N

<sup>2)</sup> Werte mit gleichem Buchstaben in einer Spalte und gleichem Termin unterscheiden sich nicht signifikant (Duncan-Test,  $\alpha = 5\%$ )

<sup>3)</sup> 40 kg/ha S

#### 4. Zusammenfassung

Zwischen 1995 und 1997 wurden insgesamt 16 Düngeversuche (randomisierte Blockanlage mit 4 Wiederholungen) auf 6 verschiedenen Standorten Deutschland auf Dauergrünland zum Vergleich einer reinen N-Düngung ohne Schwefel (je nach Standort: 150-200 kg/ha N in Form von KAS) mit einer kombinierten N-S-Düngung (je nach Standort: 150-200 kg/ha N und 75-100 kg/ha S in Form von Ammonsulfatsalpeter) angelegt. Die Versuchsergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Im Mittel der Versuchsserie konnte der Gesamttrockenmasseertrag durch eine Schwefeldüngung im Vergleich zu ohne Schwefel (= 111,1 dt/ha) um + 5,2 dt/ha signifikant erhöht werden.
- Die deutlichsten Ertragsunterschiede wurden im zweiten und dritten Aufwuchs festgestellt.
- Die S-Ertragsreaktionen im jeweiligen Versuchsjahr dürften überwiegend durch den Witterungsverlauf über Winter beeinflusst worden sein. Je nasser und wärmer das Winterhalbjahr im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt war, um so größer war die Schwefelwirkung auf den Ertrag.
- Der Rohproteingehalt wurde durch eine S-Düngung nicht beeinflusst. Dagegen wurde der S-Gehalt im Aufwuchs bzw. das N-S-Verhältnis durch die Schwefelzufuhr erhöht bzw. vermindert.
- Der NEL-Gehalt der Grassilage aus dem ersten Aufwuchs wurde durch eine S-Düngung im Vergleich zu ohne S erhöht. Im Verlauf der Silagelagerung nahm der NEL-Gehalt der reinen N-Variante im Gegensatz zur N-S-Variante deutlich ab.



## 5. Schlußfolgerungen

Aufgrund der deutlich zurückgegangenen atmosphärischen Schwefeleinträge sollte der Schwefeldüngung von Dauergrünland mehr Beachtung geschenkt werden, da in Einzeljahren eine Schwefelunterversorgung zu deutlichen Ertrags- und Qualitätsverlusten führen kann.

## 6. Literatur

KLESSA, D.A., J. FRAME, R.D. GOLIGHTLY und R.D. HARKNESS, 1989: The effect of fertilizer sulphur on grass production for silage - Grass and Forage Sci., 44, 277-283.

MURPHY, M.D. und J.M. BOGGAN, 1988: Sulphur deficiency in herbage in Irland, 1. Causes and extent - Irish J. Agric. Res., 27, 83-90.

MURPHY, M.D. und T. O'DONNELL, 1989: Sulphur deficiency in herbage in Irland, 2. Sulphur fertilisation and its effect on yield and quality of herbage - Irish J. Agric. Res., 28, 79-90.

TAUBE, F., H. OTT und L. BRANDT, 1996: Schwefelmangel - nun auch auf Grünland? - Bauernblatt für Schleswig-Holstein vom 30.03.1996, 50-54.

UMWELTBUNDESAMT, 1994: Daten zur Umwelt 1992/93, Erich Schmidt Verlag, Berlin

## Danksagung:

Der Autor dankt den Herren DR. THUMM (Universität Hohenheim), KOTZER (LVAV Neumühle), DR. BENKE (Uni Göttingen, AS Vechta) und DR. KLASINK (LUFA Oldenburg) recht herzlich für die erfolgreiche Zusammenarbeit.

# **Sauer Gras und Wegbreit. Die Entwicklung von Wiesen und Weiden im Spiegel historischer Quellen**

Von

Dirk Kauter und Helmut Jacob

Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim.

## **Einleitung**

Grünland ist faszinierend: unter der lenkenden Hand des Menschen entwickeln sich auf künstlichen Standorten dauerhafte Pflanzenbestände nach natürlichen Gesetzmäßigkeiten. Das Ergebnis hat oft etwas überraschendes an sich und erfreut oder enttäuscht – je nach dem – den Landwirt oder Naturfreund. Grünland ist immer sekundäres Grasland und ist im steten Wandel begriffen. In diesem Zusammenhang ist es von Interesse, wie Wiesen und Weiden in früheren Jahrhunderten ausgesehen und sich zu den uns heute vertrauten Pflanzengemeinschaften hin entwickelt haben. Es ist festzustellen, daß darüber wenig bekannt ist. Grünlandsoziologische Arbeiten setzen erst gegen Ende des letzten Jahrhunderts ein und beschreiben im wesentlichen Grünlandformen, wie sie uns auch heute noch vertraut sind. Mit WEBER für Norddeutschland, BRAUNGART für Süddeutschland und Österreich sowie STEBLER & SCHRÖTER für die Schweiz sind die wichtigsten Autoren genannt. Auch für die Zeit vor 1500 liegen Ergebnisse vor. Die Erkenntnisse sind Archäoethnobotanikern zu verdanken, die umfangreiches Material aus Großbestandsanalysen zusammengetragen und ausgewertet haben. Hier sind im wesentlichen KÖRBER-GROHNE und KNÖRZER zu nennen. Bemerkenswert an diesen Befunden ist, daß sich viele charakteristische Arten der Fettwiesen wie *Arrhenatherum elatius* oder *Alopecurus pratensis* für diese Zeit nicht oder kaum nachweisen lassen.

Der Zeitraum zwischen 1500 und 1900 ist bislang unter dem Aspekt der Entwicklung des Grünlandes kaum bearbeitet, und dies obwohl in diesen Zeitabschnitt so wichtige Entwicklungen fallen, wie die Entstehung der Fettwiese, mithin die Grundlagen für unser heutiges Grünland gelegt wurden.

Diese vier Jahrhunderte verschließen sich auf den ersten Blick der Frage nach Pflanzenbeständen der Wiesen und Weiden. Für diese Untersuchung wurde postuliert, daß in zeitgenössischer Quellen Informativen zu diesem Thema zu finden sind. Um es bereits vorwegzunehmen: in solchen Dokumenten finden sich relevante Nachrichten zu dieser Frage. Das Spektrum reicht von Beobachtungen, die in Nebensätzen belehrender Anweisungen verstreut sind, bis zu kompletten Artenlisten. Schon daraus deutet sich an, daß die Quellen sehr kritisch genutzt werden müssen und es sehr wichtig ist, auch die Rahmenbedingungen zu berücksichtigen. Dazu zählen die Agrarstruktur genau so wie das Klima. Um die Fülle des zu bearbeitenden Materials zu begrenzen erstreckt sich die Untersuchung vorrangig auf die Verhältnisse in einem großzügig abgesteckten Südwestdeutschland. Hier werden vor allem einige Aussagen aus den Quellen des 18. Jh. vorgestellt.

## **Gesucht: Die ideale Futterpflanze**

Seit dem 16. Jahrhundert spiegelt sich in den schriftlichen Quellen ein Bewußtsein dafür, daß Wiesen (als Nährstofflieferanten für die Feldfrüchte) und Äcker in einem ausgegli-

chenem Flächenverhältnis zueinander stehen müssen. In Ackerbaugebieten sind Wiesen und Dung ständig im Mangel. Über Einführung von Futterpflanzen (Luzerne, Esparcette, Ackerrotklee) schon im 16. Jh. versucht man die Futterbasis zu verbreitern. Großflächiger Anbau kann sich jedoch aus verschiedenen Gründen nicht durchsetzen. Im 18. Jh. verschärft sich die Situation durch eine rasch wachsende Bevölkerung zusätzlich. Der eklatante Mangel an Dünger macht die Einführung eines erfolgversprechenden Futterbaues so gut wie unmöglich. Um dieser Misere zu entfliehen sucht man eine »ideale Futterpflanze«, die auf minimaler Fläche maximalen Futterertrag liefert, den Boden nicht »auslaugt« und auch nicht gedüngt werden muß. In diesem Prozeß spielen zwei Pflanzen eine wichtige Rolle, die heute wichtige Bestandteil des Dauergrünlandes sind: *Lolium perenne* und *Arrhenatherum elatius*. Die Diskussion, inwieweit *Arrhenatherum elatius* natürliche Vorkommen in Mitteleuropa hat, und seit wann beide Arten im Grünland eine Rolle spielen, ist immer noch nicht abgeschlossen. KÖRBER-GROHNE (1990) kommt zu dem Ergebnis, daß *Arrhenatherum* und anderen Fettwiesenarten vor 1500 in Mitteleuropa keine nennenswerte Bedeutung zugekommen ist. Auch LANGE (1998) tendiert zu der Auffassung, daß *Arrhenatherum* erst seit dem Ende des 18. Jh. eine wichtige Rolle im Grünland spielt. Die Erstnachweise für Baden-Württemberg fallen tatsächlich in diese Zeit (GMELIN 1772, aus der Umgebung von Tübingen: »florete Majo, Junio & Julio ad rivos & in pratis, præcipue propinquis monti Spitzberg« und SPRENGER, 1775 aus dem Nordschwarzwald). Andererseits finden sich Hinweise, daß etwa zeitgleich die Ansaat dieser Art eingesetzt hat (SPRENGER, 1771). Saatgut ist erstmalig 1788 in Göppingen erhältlich, und der Samenhändler (BECK) scheint sich bereits Erfahrungen im Anbau dieses Grases angeeignet zu haben. Die Einführung des Anbaues der genannten Gräser spiegelt die Stimmung der Zeit wieder. Erstmals wird der Anbau von *Lolium perenne* von PLOT (1676) in Oxfordshire erwähnt: »They have lately sown Ray-grass«. Mit *Lolium* bestandene Flächen scheinen vorrangig der Schafweide gewidmet zu sein. Der erste bekannte Nachricht zum Anbau von *Arrhenatherum elatius* scheint nach LISLE (1757) aus der Zeit gegen 1710 aus Frankreich zu stammen. Von HERZOG wird 1750 vom »Anbau« von *Lolium perenne* 1743 in Deutschland berichtet. Ausgesät wurde englisches Saatgut zur Anlage eines Bowling-Greens. HERZOG regt an, dieses Gras für Schafweiden zu verwenden, sein Aufruf bleibt aber ohne Echo. Gleiches gilt bei KALM, der 1746 von seinen Erfahrungen mit dem Glatthafer berichtet, und ihn zur Heugewinnung empfiehlt. Nachweisbar ist ebenfalls ein Versuchsanbau von *Arrhenatherum* im Thurgau seit 1757, der einen bereits bestehenden Handel mit Saatgut voraussetzt (REINHARD, 1763). Die Situation ändert sich radikal, als MIROUDOT 1760 seine Schrift über das »ray-grass« veröffentlicht. Die erste Ausgabe ist nicht mehr nachweisbar. In schneller Folge erscheinen weitere Ausgaben in Genf, Nancy und Lyon. Auch in Deutschland wird diese Schrift sofort aufgegriffen. Die bekannteste Übersetzung entstand 1762 aufgrund der Initiative von Geheimrat REINHARD aus Baden-Durlach. Daneben sind aber gleichzeitig noch drei weitere unabhängige Übersetzungen entstanden. Es herrscht eine »Ray-grass-Euphorie«; überall werden Versuche angelegt, die zu völlig unterschiedlichen Ergebnissen führen. Das Problem besteht darin, daß die einen *Arrhenatherum elatius*, die anderen *Lolium perenne* als »Ray-gras« anbauen, ohne sich dieses Unterschiedes bewußt zu sein. Das Saatgut für *Lolium perenne* stammte aus England und war dort im Handel. Die Gewinnung von Saatgut gilt als einfach. Es stellt sich aber die Frage, woher das Saatgut für das »Fromental« – so eine zeitgenössische Benennung des *Arrhenatherums* – stammte, und um was es sich dabei wirklich handelte. Aufschlußreich ist das Vorwort von LA TOURETTE in MIROUDOT (1762): »Diese Pflanze wächst wild in unserer Provinz, sowohl in denen Feldern als in denen Weinbergen. In denen natürlichen Wiesen ist sie gemein. .... Aber die Samenkrämer kennen das letztere nur unter dem Nahmen Fromental, und der Same den sie davon verschaffen, ist oftmahl mit einer anderen Gattung vermen-

get«. STAFFER (1762) kennt *Arrhenatherum elatius* aus Burgund und Genf unter den Namen »Fromental oder Fenasse«. »Fenasse« ist das französische Wort für Heusaat. Übereinstimmend berichten HALLER (1770) und MÜNCHHAUSEN (1771), daß auch *Bromus arvensis* unter die Bezeichnung Fromental fällt, und DUHAMEL & SPRENGER (1764) ergänzen: »Um Geneve säet man das sogenannte Fromental, welches eine Sammlung von 6. Graßarten ist«. BERNHARD (1764) zitiert einen Landwirt aus Genf, der die Aussaat von Unkrautsamen, die bei der Getreidereinigung übrigbleiben, zur Verbesserung der Wiesen bezeugt. Vieles deutet somit darauf hin, daß es sich bei »Fromental« keineswegs um artenreines Saatgut gehandelt hat, sondern vielmehr um eine Mischung, vielleicht sogar aus dem Ausputz der Getreidereinigung.

SCHOLZ (1975) vertritt die Auffassung, daß viele Arten des sekundären Graslandes durch Kreuzung und Selektion aus nahe verwandten Arten entstanden sind. Bei *Arrhenatherum elatius* verweist er auf die Variation *bulbosum* sowie auf *A. album*, *A. caldarae*, *A. palaestinum* und *A. kotschy* aus dem Mittelmeerraum. Alle diese Arten weisen wie die Variation *bulbosum* verdickte basale Internodien und eine große interspezifische und soziologische Variabilität auf. Die Variation *bulbosum* spielte hauptsächlich als Unkraut im Sommergetreide eine Rolle. Die Frage, ob *Arrhenatherum elatius* aus diesen Wildarten herausselektiert wurde muß weiter bearbeitet werden. Interessanterweise finden sich mittelalterliche Großreste von *Arrhenatherum* in der Regel im Fundzusammenhang mit (Sommer-)getreide und auch der erste ikonographische und textliche Nachweis für *Arrhenatherum elatius* bei BAUHIN (1620) stellt unzweifelhaft die Variation *bulbosum* dar. Auch bei *Lolium perenne* gilt, daß diese Art zwar seit dem 16. Jahrhundert häufig beschrieben wird, sich bei den Standortsangaben aber nur Äcker und bestenfalls Ackerränder finden.

Auf der anderen Seite muß überprüft werden, ab wann sich Nennungen von *Arrhenatherum* als charakteristische Wiesenpflanze finden. Die früheste Erwähnung verdanken wir dem Zürcher Gelehrten SCHEUCHZER, 1719: »Gramen *Avenaceum, elatius jubā longā, splendēte*, ... In omnibus pratis communissimum hoc gramen est, ...«. Aus Memmingen berichtet EHRHART, 1756: von *Arrhenatherum*, das »als ein nützliches Stück, und so häufig als irgend eins auf trockenen gedüngten Wiesen angetroffen wird«.

## Die Verunkrautung und die Pflege der Bestände

Daß es die Menschen schon lange beschäftigt hat, auf Wiesen und Weiden einen bestimmten Pflanzenbestand zu erreichen und zu halten, verrät schon die frühe Literatur. Die großen Sorgen Moos und »sauer Gras« auf den Wiesen sind in allen relevanten Werken präsent: »Wo auch dürre, filzichte und mosichte wiesen, die mag man nach vorbrachter wintersaat mit den schaffē pförchen lassen, damit sie dadurch gebessert und gutten boden erlangen.« (ANONYMUS, ca. 1569/70). In der Regel wird als Radikallösung vorgeschlagen, die Wiese umzubrechen, einige Jahre als Acker zu nutzen, und dann unter einer Deckfrucht Heusamen, manchmal auch mit Klee vermischt zu säen. Oft finden sich ganze Listen mit Arten abgedruckt, die zur Ansaat empfohlen werden, allein wirken solche Empfehlungen nicht sehr praxisrelevant. Eine durchgeführte Ansaat einer Wiese mit »Heusamen« ist nach BENTZIEN (1990) erstmals 1465 aus Quellen nachweisbar, vermutlich aber viel älter.

Eine weitere Sorge stellte die Nährstoffversorgung der Wiesen dar. MARIUS (1586) schlägt vor: »Zum düngen [der Wiesen] gehören auch alte flecklein von beltz oder andern lumpen, Strowerck, auch alter Ruß von Backöfen wochentlich gesam[m]let, vnd dann der staub von Löhmlern. Item die abgestraiffte blätter allerley Bäume, vnd äschenwerck von Ferbern vnd Wascheren, ...«. Auch die düngende Wirkung, die eine Wässerung haben kann, vor allem wenn sie Abwässer mit sich führt, war wohlbekannt.

MORISON berichtet 1699, daß *Rumex obtusifolius* in »pratis circa fossas« zu finden sei. In Memmingen beschreibt EHRHART die gleiche Pflanze bei seinem Spaziergang auf Wiesen im August 1760. Einige Unkräuter bereiteten besondere Sorgen. »Auf den wasserwiesen aber sind die pflanzen von dem bärenklau beschattet und bedekt.« (ANONYMUS 1762). Es existierten Strategien einer Verunkrautung zu begegnen, diese sind aber nur selten überliefert. Immerhin berichtet ZELLWEGER (1761) aus dem Appenzell, daß »wenn das Erdreich allzufett, und grobe dicke Stengel von Herbis umbelliferis in allzugrosser Menge oder ander grob Kraut, treibet, so wird im Frühjahr das erst anschliessende Gras von dem Vieh abgeätzt, oder ein Theil des Ackers [d. i. die Wiese] entweder den ganzen Sommer hindurch als eine Weid genutzt, ... bis man wiederum das gewohnte feine Heu zu erlangen verhoffet.« Von der Nachsaat ertragsschwacher Teilflächen mit *Trifolium pratense* liest man bei STAFFER (1762).

Eindrucksvolle Berichte über die Verunkrautung von Wiesenbeständen finden sich vom Ende des 19. Jahrhunderts. STEBLER & SCHRÖTER (1892) berichten von begülhten Wiesen, die extreme Ertragsanteile von Doldenblütlern aufweisen. BRAUNGART (1898) beschreibt Wiesen in Flußtälern Süddeutschlands, die von *Rumex obtusifolius*, *Poa trivialis* oder Doldenblütlern geprägt sind.

## Wie setzten sich die Bestände zusammen?

Ein zentrales Problem, das sich stellt, wenn man versuchen will aus Angaben in historischen Quellen Wiesen- und Weidenbestände zu rekonstruieren, ist die Definition und Abgrenzung der Arten. Weitere Schwierigkeiten resultieren aus der damaligen Artenkenntnis besonders bei den Gramineen. Hatten Botaniker oft auch auf diesem Gebiet gute Kenntnisse (zumindestens im blühenden Zustand der Gräser), so geben sie auf der anderen Seite nur wenige Informationen über landwirtschaftliche Sachverhalte. Vielen Landwirtschaftlichen Schriftstellern fehlt es dagegen an elementaren botanischen Kenntnissen. Oft sind bestenfalls volkstümliche Namen bekannt. Ein erster Bestimmungsschlüssel für Gräser steht 1763 zur Verfügung, eine erste Gräsermonographie mit hervorragenden Abbildungen 1769. Beide stammen aus der Hand von J. SCHREBER.

Die älteste Artenliste einer Wiese ist von MARIUS, 1586 erhalten: »Peucedanon, Harstrang in Wiesen am Rhein bei Worm[m]s. Item daß Fleckenkraut Matthioli, wild Angelica, Aristolochia Holwurtz, Osterlucei, Biberwurtz, ... Knabenkraut, Mettern, Melissa Bienkraut, Wantzenkraut, ... Salbeisamen, Tragopogon Bocksbart vn[nd] Tarcon oder Dragonsamen, ..., Negelin oder Graßblumensamen, ... Gramen maculosum Rechgräß, Antirrhinon Orant oder Sterckkraut, Leucoia gelb, weiß, braun Veiolen, weisse Hornungsblumen, ... Rindsaug, Khüdillen, ... Genista Hispanica Pfrim[m]en oder Ginst, Helenium Alant, Hippuris Schaffthew, Hypericon Johanskraut, ... Fünffingerkraut, Erdbeerkraut, Vnserfrawenmantel ...«. Will man die Gesamtliste vorsichtig interpretieren, so zeigt sich, daß die Bestände sehr inhomogen gewesen sein müssen. Es fallen viele Saumarten, Weideunkräuter und Verbrachungszeiger nach unserem heutigen Verständnis auf.

Eine erste systematische Bestandesaufnahme einer Wiesenfläche verdanken wir KALM, 1745. Auf einer Wanderung durch Schweden fielen ihm zwei völlig unterschiedliche Graslandbestände in unmittelbarer Nachbarschaft auf. Er nahm daraufhin das Inventar der beiden Flächen auf, hielt fest, wie dominant die jeweiligen Arten sind, wie sie sich über die Fläche verteilen, mit welchen Arten sie oft zusammen gefunden werden und wie sie im Futterwert einzuschätzen sind. Abschließend erfragte KALM die Vorgeschichte dieser Bestände.

Ein wichtiges Dokument stellt die ab 1753 erscheinende 12 bändige »Oekonomische Pflanzenhistorie« des BALTHASAR EHRHART dar, aus der oben schon zitiert wurde. Es

finden sich dort Spaziergänge zu unterschiedlichen Jahreszeiten durch verschiedenen Vegetationseinheiten in der Umgebung von Memmingen, so auch durch die Wiesen. Bei jedem Spaziergang werden typische Pflanzen besprochen. So erfährt der Leser beispielsweise von gedüngten Wiesen, die mit *Arrhenatherum elatius* und anderen Arten des *Arrhenatherions* bestanden sind.

Aus dem Jahre 1758 gibt es von D. SCHREBER eine »Oeconomische Beschreibung der Wiesengewächse bey Halle«. Leider sind dort Gräser nicht berücksichtigt. Das gleiche gilt für eine Artenliste von Wiesen im Schweizer Mittelland von TSCHIFFEL, 1763.

## Résumé

Für einige wichtige Entwicklungen in des Graslandes können die Datierungen verbessert werden: Das *Arrhenatherion* scheint wesentlich früher als 1800 entstanden zu sein. Die oft geäußerte Meinung, daß im Gebiet der Dreifelderwirtschaft keine Düngung für die Wiesen zur Verfügung stand, müssen modifiziert werden. Die Anfänge der Kultur des angesäten Glatthafters sind noch nicht befriedigend geklärt. Quellen, die es erlauben, sich ein Bild von Wiesen- und Weidenbeständen vergangener Zeiten zu machen liegen vor, wenn auch in sehr unterschiedlicher Qualität.

## Literatur und Quellen

- ANONYMUS [ca. 1569/70]: Haushaltung in forwergen (Manuskript: Sächs. Landes u. Univers.-Bibl. Mscr. Dresd. R 5<sup>m</sup>).
- ANONYMUS, 1762: Meteorologische Tabellen ... 1762, Orben. – Abhandlungen und Beobachtungen durch die ökonomische Gesellschaft zu Bern gesammelt 3, 225-266.
- BAUHIN, CASPAR, 1620: ΠΡΟΔΟΜΟΣ Theatri Botanici. Francofurti ad Moenum.
- BECK, JOHANN GOTTLIEB. 1788: Nachricht des Herrn Beck vom Raygras und Honiggrase. – Landwirtschaftliches Magazin 1, 154-164.
- BENTZIEN, ULRICH, 1990: Bauernarbeit im Feudalismus. 2. verb. Aufl. Vaduz.
- BERNHARD, JOHANN C., 1764: Vollständige Abhandlung vom Wiesenbau. Frankfurt.
- BRAUNGART, RICHARD, 1898: Der thatsächliche Pflanzenbestand guter und schlechter Wiesen im Königreiche Württemberg. Landwirtschaftliche Jahrbücher 27, 373-502.
- DUHAMEL DU MONCEAU, HENRI LOUIS & B. SPRENGER [Übers. und Hrsg.], 1764: Kurzer, doch gründlicher Begriff des gesamten Feldbaues. Stuttgart.
- EHRHART, BALTHASAR, 1756: Der zwölfte Spaziergang, auf einer Wiese im Mayen. – Oekonomische Pflanzenhistorie 4 112-184.
- EHRHART, BALTHASAR, 1760: Der fünf und zwanzigste Spaziergang im August, an die Wege, Wasser, und auf die Wiesen. – Oekonomische Pflanzenhistorie 2, 118-204.
- GMELIN, JOHANN FRIEDRICH, [1772]: Envmratio Stirpivm Agro Tvbingensi Indigenarvm. Tubingae.
- HALLER, ALBRECHT, 1770: Abhandlung über die Futterkräuter der Neueren. – Berner Abhandlungen und Beobachtungen 11, 1-48.
- HERZOG, J. A., 1750: Nachricht von dem nützlichen Anbau des Englischen Grases und Land-Klees in Deutschland, .... – Oeconomische Nachrichten 2, 300-309.
- KALM, PEHR, 1745: Abhandlung von Bestellung der Wiesen. – Der Königl. Schwed. Akad. d. Wiss. Abh. ... Aus dem Schwedischen übersetzt 7 (1752), 208-218.
- KALM, PEHR, 1746: Abhandlung von dem Nutzen einiger besonderen Gewächse, ... – Der Königl. Schwed. Akad. d. Wiss. Abh. ... Aus dem Schwed. übers. 9 (1753), 65- 74.
- KNÖRZER, KARL-HEINZ, 1975: Entstehung und Entwicklung von Grünlandvegetation im Rheinland. – Dechiniana 127: 195-214.

- KÖRBER-GROHNE, UDELGARD, 1990: Gramineen und Grünlandvegetation vom Neolithikum bis zum Mittelalter in Mitteleuropa. (Bibl. Bot. 139).
- LANGE, DAGMAR, 1998: Arrhenatherum. In: Oskar Sebald, Siegmund Seybold &al. [Hrsg.], Die Farn- und Blütenpfl. Baden-Württembergs. Bd. 7, 297-300. Stuttgart.
- LISLE, EDWARD, 1757: Observations in husbandry. London.
- MARIUS, GEORGIUS (d. i. Georg Meier aus Würzburg), 1586: Paralipomena et marginalia hortulanica, Das ist, Gartenkunst zum Feldbuch angehörig, ... Straßburg.
- MIROUDOT DU BOURG, JEAN-BAPTISTE, 1762; Abhandlungen von dem Ray-Grase des Herrn Miroudot, ... Mit einer Vorrede Johan Jacob Reinhards. Carlsruhe.
- MORISON, ROBERT, 1699: Plantarum Historiae universalis Oxoniensis. Bd. 2. Oxonii.
- MÜNCHHAUSEN, OTTO VON, 1771: Der Hausvater. Bd. 1., 3. Aufl. Hannover.
- PFISTER, CHRISTIAN, 1984: Klimageschichte der Schweiz 1525-1860. 2. Bd. Bern.
- PLOT, ROBERT, [1676]: The Natural History of Oxford-Shire. Oxford.
- REINHARD, JOHANN JACOB, 1763: Von dem Nutzen des Raygrases und der Spergul. – Vermischte Schriften 4, 547-565.
- SCHEUCHZER, JOHANN JACOB, 1719: Agrostographia sive Gramium, Juncorum, Cyperorum, Cyperoidum ... Tiguri.
- SCHOLZ, HILDEMAR, 1975: Grasland evolution in Europe. Taxon 24, 81-90.
- SCHREBER, DANIEL GOTTFRIED, 1758: Oeconomische Beschreibung der Wiesengewächse bey Halle. – Samml. versch. Schriften 3, 1-88.
- SCHREBER, JOHANN CHRISTIAN DANIEL, 1763: Botanisch Oeconomische Abhandlung vom Grasbaue. Oeconomische Nachrichten 15, 193-346.
- SCHREBER, JOHANN CHRISTIAN DANIEL, 1769: Beschreibung der Gräser nebst ihren Abbildungen nach der Natur. Erster Theil. Leipzig.
- SPRENGER; BALTHASAR, 1771, 1775: Allgemeiner ökonomischer oder Landwirthschaftskalender auf das Jahr .... Stuttgart.
- STAFFER, ALB., 1762: Von der besten manier das Futter zu vermehren, ... – Berner Abhandlungen und Beobachtungen 4, 2-127.
- STEBLER, F. G. & C. SCHRÖTER, 1892: Beiträge zur Kenntniss der Matten und Weiden der Schweiz. X. Versuch einer Übersicht über die Wiesentypen der Schweiz. – Landwirtschaftliches Jahrbuch der Schweiz 6, 95-212.
- TSCHIFFELI, 1763: Anweisung wie alte natürliche Wiesen durchs Pflügen wieder herzustellen sind. – Berner Abhandlungen und Beobachtungen 4, 107-120.
- WEBER, C. A., 1892: Über die Zusammensetzung des natürlichen Graslandes in Westholstein, Dithmarschen und Eiderstedt. – Schriftenreihe der Naturwiss. Vereinigung Schleswig-Holsteins 2, 179-217.
- ZELLWEGER, LAURENTIUS, 1761: Kurze beschreibung des Acker- oder Feldbaues im Land Appenzell. – Abh. der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1, 114-132.

# **Kann die Weide als Grundfutterlieferant der Leistungssteigerung der Milchkühe gerecht werden ?**

von

Jürgen Zander

**Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein  
Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland, Futterbau, Rinder- und Schafhaltung  
Bredstedt**

## **1. Einleitung**

Die Weide bzw. das Weidegras gilt als sehr preiswertes Futter mit Kosten von ~ 15 Pf/ 10 MJ NEL. Immer wieder wird von Beratern gefordert, eine möglichst hohe Milchleistung aus der Weide zu ermelken, um geringe Futterkosten zu realisieren. In den letzten Jahren mehren sich allerdings auch Stimmen, die der Weide ihre Berechtigung als nennenswerter Futterlieferant für Hochleistungskühe absprechen. Hohe Einzeltierleistungen in Verbindung mit einer hohen Milchleistung aus dem Grundfutter sind aber Kennzeichen erfolgreicher Milchkuhhaltung. Sie erfordern Grundfutter in sehr guter Qualität und genügender Menge. Dieses kann die Weide anscheinend nicht die ganze Vegetationszeit bieten und so dient der Weidegang diesen Betrieben zunehmend der Konditionierung der Tiere mit begrenzter TM-Aufnahme von ca. 4 kg/Tier/Tag. Der größte Anteil des Grundfutters und der Milchleistung aus Grundfutter kommen in diesen Betrieben auch im Sommer aus Gras- und Maissilagen.

Neben dem Fütterungsaspekt soll die Arbeitserledigung zumindestens angedacht werden: Bei 100 laktierenden Kühen sind Treibzeiten von ca. 45 Minuten/Melkzeit nicht ungewöhnlich.

Die Fragen lauten also:

- Kann die Weide als Grundfutterlieferant der Leistungssteigerung der Milchkühe gerecht werden ?
- Wie kann man durch geschicktes Grünlandmanagement die Weide leistungsfähiger machen ?
- Wird die Grassilagegewinnung die Weidenutzung zurückdrängen ?
- Muß man in der Zusammensetzung der Ansaatmischungen auf diese Entwicklung reagieren ?

Ziel dieses Beitrages ist es Antworten auf die gestellten Fragen zu finden und gleichzeitig die Überlegungen zu diskutieren.



## 2. Weideleistung und Faktoren der Futteraufnahme

### 2.1. Gras- und Nährstoffangebot der Weide

Die Weide liefert im Idealfall im Mai und Juni mit weidereifem Gras hochenergiereiches und verdauliches Futter mit 7 MJ NEL/kg TM (Übersicht 1). Die Rohproteingehalte können deutlich schwanken, entsprechend variieren die Werte von nutzbarem Rohprotein von 140 bis 150 g/TM, mit entsprechender ruminaler Stickstoffbilanz von + 3 bis + 12 g. Deutlich niedrigere Proteinwerte treten bei Trockenperioden auf.

Bei einem Weidegrasbestand von mindestens 20 dt/ha, einer Wuchshöhe von 15 - 20 cm und einem Weiderest von 25 - 30 % sind nach früheren irischen und niederländischen Untersuchungen TM-Aufnahmen/Tier/Tag von ca. 17 kg möglich. Dieses reicht leicht für 20 kg Milchleistung allein aus dem Gras.

### 2.2. Kriterien für die Futteraufnahme auf der Weide

In den letzten 3 Jahren wurden zumindestens auf den leichten, nicht beregneten Geeststandorten Schleswig-Holsteins die zuvor erwähnten Werte im allgemeinen nicht erreicht. Dieses lag zum Teil an der Witterung, aber auch an Faktoren, die der Landwirt beeinflussen kann. Um hier anzusetzen ist es notwendig, das Freßverhalten der Kühe zu kennen. Entscheidende Faktoren für die tägliche Aufnahme von Weidegras sind nach Spedding et al (1966), zitiert bei MC GILLOWAY (1996):

- tatsächliche Dauer des Gräsens,
- Anzahl der Bisse pro Minute und das
- Bissengewicht in g TM/Biss.

Bei begrenztem Grasangebot oder geringeren Trockenmasseaufwüchsen reduzieren sich das Bissengewicht und die Grasaufnahme erheblich. **Die Kuh kompensiert dieses nicht durch eine deutlich längere Freßzeit.** Mit steigender Grashöhe und guter Narbendichte führt die Zunahme des Einzelbissgewichtes zu einer höheren täglichen TM-Aufnahme mit einer entsprechend hohen Milchleistung (Abb. 1). MC GILLOWAY und MAYNE (1996) konnten nachweisen, daß die Futteraufnahme von Milchkühen zwischen 1 kg und 3,5 kg TM/Stunde variieren.

## 3. Steigerung der Futteraufnahme

### 3.1. Durch pflanzenbauliche Maßnahmen

#### 3.1.1. Bei Gras und Klee Spitzensorten verwenden

Um das Eingangs geforderte hohe Bissengewicht zu erreichen, als eine Voraussetzung für eine hohe Milchleistung von der Weide, muß eine leistungsfähige und dichte Grünlandnarbe geschaffen werden. Dieses ist nur mit den richtigen Arten und den entsprechenden Spitzensorten zu erreichen. Abbildung 2 zeigt den Leistungs- und Ausdauerindex der jeweils schwächsten bzw. besten Sorten des Deutschen Weidelgrases nach Reifegruppen. Auch beim Weißklee gibt es bezüglich seiner Leistungsfähigkeit erhebliche Sortenunterschiede. Abbildung 3 zeigt die TM-Erträge von Weißklee und Grasaufwüchsen unterschiedlicher Sorten in einer einheitlichen Gräsermischung (Standard G III).

#### 3.1.2. Selektionsaufwand der Kuh durch Narbenpflege vermindern

Eine intensive Nachweide bzw. Nachputzen fördert die Seitentriebsbildung mit einer dichten Narbe und raschem Nachwuchs. Erhöht sich der Anteil von nicht abgestorbenem Pflanzenmaterial (durch unterlassene oder schlechte Pflegemaßnahmen) so erhöht sich der Selektionsaufwand des Tieres nach frischem Futter. Durch diese Suchzeiten sinkt die Futteraufnahme.

### **3.1.3. Wechsel zwischen Schnitt und Weide**

In der norddeutschen Tiefebene sollte das Deutsche Weidelgras der Bestandsbildner sein, der für Ertrag, Qualität und Geschmack sorgt. Dieses Gras reagiert dankbar auf die Beweidung, weil durch die laufenden „Verletzungen“ von Tritt und Biß die Seitentriebbildung und das Wachstum angeregt werden. Einseitige Schnittnutzung führt zu einer Narbenauflockerung, Verkrautung, Verschlechterung der Futterqualität und zu Mindererträgen. Der Wechsel zwischen Schnitt und Weide ist die richtige Mischung. Er wirkt positiv auf die Narbe, den Hygienestatus und die Nährstoffbilanz.

## **3.2. Steigerung der Futteraufnahme durch Beachtung der Tieransprüche**

### **3.2.1. Sauberes Futter**

Vor dem Ziel einer möglichst hohen Weidegrasaufnahme ist die intensive Umtriebsweide das flexibelste System, um ein kontinuierliches Weideangebot zur Verfügung zu stellen. Daneben fördert ein ständig frischer Aufwuchs die Futteraufnahme. Milchkühe reagieren empfindlich auf Geruch und Geschmack des Futters. Freßzeiten von länger als drei Tagen auf einer Fläche führen bereits zu einem schlechten Geruch und Verschmutzungen der Weide mit rückläufiger Grasaufnahme. Dieses unterstreicht auch die positive Bedeutung des Nachputzens bzw. des Wechsels zwischen Schnitt und Weide. Die Weidegrasaufnahme wird weiter durch den Trockensubstanzgehalt des Grases beeinflusst. Sinkt dieser unter 15 - 18 %, so geht die Weidegrasaufnahme zurück. Dieses wird nicht nur bei regennassem Gras erreicht. Auch zum Herbst sinkt normalerweise der TS-Gehalt ab.

Weitere Faktoren für ein Absinken der Weidegrasaufnahme ab August sind:

- geringeres Nachwuchsvermögen und somit geringeres Futterangebot (Bissengewicht !).
- Abnahme der Schmackhaftigkeit
- Zunahme von verdorrtem und abgestorbenem Pflanzenmaterial
- Befall von Schimmel- und Rost
- Abnahme der Verdaulichkeit des Grases.

Eine Stimulierung der Grasaufnahme ist in begrenztem Umfang durch die tägliche Zuteilung einer neuen Weidefläche möglich.

### **3.2.2. Milchleistung beeinflusst Futteraufnahme**

Untersuchungen aus Irland (STAKELUM, 1995) bestätigen, das auch bei reiner Weidehaltung die Futteraufnahme unter anderem sehr stark durch die Milchleistung der Kuh beeinflusst wird. Bei reiner Weidehaltung wurde eine Zunahme der Weidegrasaufnahme von 0,4 - 0,5 kg TM/kg Milch im Bereich von 15 - 30 kg Milch festgestellt, also ein Unterschied von ca. 6,5 kg TM Weidegrasaufnahme bei Optimierung der vorhergenannten Faktoren. Je höher die Leistung, desto wichtiger ist aber ein entsprechendes Angebot an Weidegras/ha, als Summe aus Triebdichte und Grashöhe. Gelingt es nicht, dieses nachhaltig herzustellen, so muß zwangsläufig der Anteil Weide in der Ration zu Gunsten von Grundfutter zurückgehen. Allerdings zeigt sich auch der Verdrängungseffekt von Grundfutter auf die Weidegrasaufnahme (Tabelle 1).

## Schlußfolgerungen

1. Die Weide kann auch zukünftig ein Eckpfeiler für erfolgreiche Rindvieh-Futterbaubetriebe sein. Wie stark der Eckpfeiler ist, hängt u.a. vom Standort und dem Milchleistungsniveau der Herde ab.
2. Das Leistungspotential der Weide wird in vielen Betrieben nicht ausgeschöpft. Im Frühjahr/Sommer wird die mögliche Weidegrasaufnahme oft unterschätzt. Ab September wird sie oft überschätzt. Weide ist dann nur noch Beifutter. Wichtig ist eine realistische Einschätzung der Weidegrasaufnahme durch Bestimmung der angebotenen Grasmenge.
3. Für Betriebe mit geringerer Einzeltierleistung (~ 6.500 kg) muß die Weide als preiswerter Futterlieferant stärker in den Vordergrund gestellt werden.
4. Die Grünlandnarbe muß durch leistungsfähige Gräser- und Weißkleearten so etabliert sein, daß die Kuh mit vollem Maul grasen kann, als Voraussetzung für eine hohe Gras-Trockenmasseaufnahme.
5. Bei steigender Einzeltierleistung wird der Anteil Weidegras im Sommer einen geringeren Anteil ausmachen, da neben der absoluten Menge auch eine möglichst konstante, ausbalancierte Fütterung wichtig ist.
6. In Milchviehbetrieben mit Hochleistungstieren wird eine Verschiebung der Nutzung vom Weidegras zur Grassilage auftreten, da für diese Betriebe die hochenergiereiche Grassilage des 1. Aufwuchses besonders wichtig ist. Die Tiere erhalten dann erst zum 2. Aufwuchs Weideausgang.
7. Es stellt sich die Frage, ob und wie auf eine Verschiebung der Nutzungsrichtung des Grünlandes pflanzenbaulich zu reagieren ist:
  - Einführung zusätzlicher Mischungen für eine schnittbetonte Nutzung, z.B. beim Deutschen Weidelgras nur 2 physiologisch ähnliche Reifegruppen verwenden, z.B. früh und mittel.
  - Erhöhung der Energie für bessere Silierung durch Züchtung

## Literatur

- TREDE, J. und ZANDER, J., 1998: Kann die Weide auch zukünftig ein Eckpfeiler für erfolgreiche Rindvieh-Futterbaubetriebe sein ?  
Bauernblatt Schleswig-Holstein, 12, 46 - 50.
- MC GILLOWAY, D.A. und MAYNE, C.S., 1996: The importance of grass availability for the high genetic merit dairy cow.  
Grass und Forage Science, 51, 135 - 167.
- STAKELUM, G. und DILLON, P., 1995: Supplementary feeding of grazing dairy cow.  
Technical Bulltin, Issue No. 2, R & H Hall
- MINSON, D.J., 1990: Forage in ruminant nutrition  
Intake of grazed forage, Academic Press, Inc., 60 - 84.

## Weideleistung und Ansprüche der Milchkuh

### Die Weide liefert

- 8,5 - 7 MJ NEL/kg TM
- eiweißreiches Futter  
~ 20 % Rp ( $\pm 8$ )  
Abbaubarkeit sehr hoch  
140 - 155 g NXP, +3 - +12 g RNB/kg TM
- strukturiertes Futter, 18 - 20 % RF
- (hoch) verdauliches Futter  
70 - 80 % der OS
- schmackhaftes Futter  
Zuckergehalte 4 - 12 %
- wenig Ca, Na, Spurenelemente,  
viel Vitamine
- dieses alles z.T.  
- mit erheblichen Schwankungen  
- und großer Ertragsunsicherheit

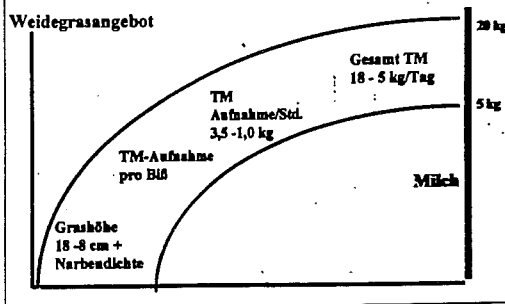
### Die Leistungskuh braucht bei 30 kg FCM

- hoch energiereiches Futter in der Gesamtration
- eiweißreiches Futter ~ 17 - 19 % RP/kg TM  
~ 154 g NXP/kg TM,  
+ 3 g RNB
- strukturiertes Futter, KF < 50 % der TM
- hoch verdauliches Futter
- schmackhaftes Futter
- Mineralstoffe, Vitamine
- konstante Fütterung mit ausbalancierter Ration  
( $\Rightarrow$  Energie- und Proteinträger)

LVA Grünland, Futterbau, Rinder- und Schafhaltung, Bredstedt

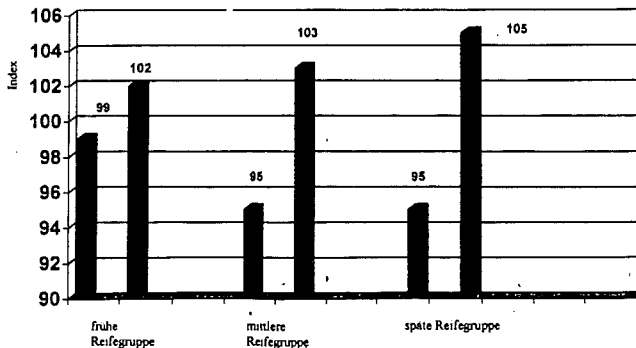
**Abb. 1: Zusammenhänge zwischen Futterangebot, Futteraufnahme und Milchleistung bei Weidegang**

(schematisch), verschiedene Autoren (1998)



**Abbildung 2**

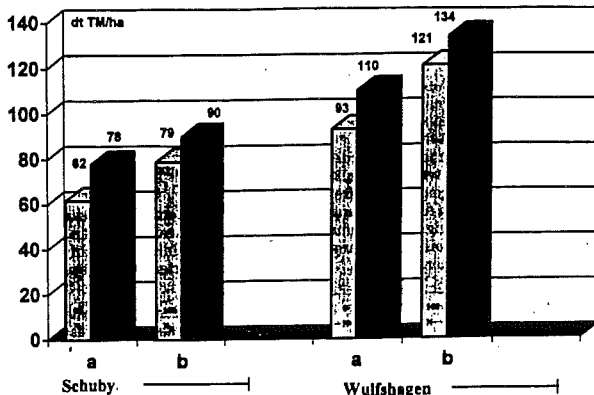
Deutsches Weidelgras: Leistungs- und Ausdauerindex der jeweils schwächsten bzw. besten Sorten nach Reifegruppen Prüfzeitraum 1986 - 1994, Basis LSV der AG der Nordwestdeutschen Landwirtschaftskammern



LVA Grünland, Futterbau, Rinder- und Schafhaltung, Bredstedt

**Abbildung 3**

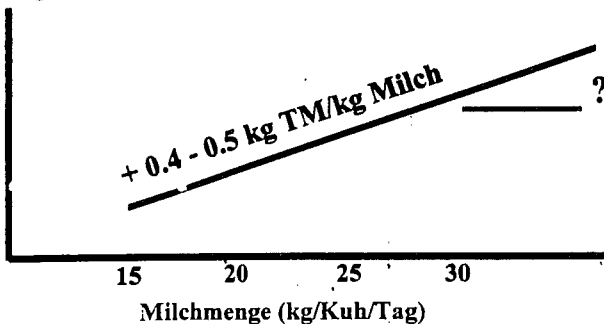
TM-Erträge von Weißkleeerasaufwüchsen, mit und ohne N-Düngung, 8 Kleesorten in Standard G III, Durchschnitt von 3 Hauptnutzungsjahren und 4 - 5 Schnitten/Jahr  
 a) = schlechteste/beste Sorte ohne N, b) = schlechteste/beste Sorte bei 100 kg N/ha/Jahr



LVA Grünland, Futterbau, Rinder- und Schafhaltung, Bredstedt

**Abb. 4: Beziehung zwischen täglicher Milchmenge (kg) und Weidegrasaufnahme (kg TM) (STAKELUM, 1995)**

Weidegrasaufnahme (kg TM/Kuh/Tag)



Trede

Weide

# **Raum-Zeit-Verhalten und Futterselektion von Mutterkühen verschiedener Rassen auf extensiven Niedermoorweiden**

von

Andreas Fischer, Thomas Kaiser und Gisbert Schallitz

**Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung Müncheberg  
(ZALF)**

**Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie,  
Forschungsstation Paulinenaue**

## **1. Einleitung**

Die Weidehaltung mit niedrigen Besatzstärken erweist sich für die flächendeckende Offenhaltung von Grünland als begründet; denn im Vergleich zur Mähnutzung verursacht die Weidenutzung niedrigere Pflegekosten (THIELE-WITTIG 1974; MAERTENS et al. 1990). In diesem Zusammenhang verweist RAHMANN (1994) darauf, daß für die Pflege anthropo-zoogen entstandener Kulturlandschaften durch Beweidung u.a. auf dem Vorteil beruht, daß die gestalterische Pflege durch die Flexibilität der Beweidung und die Mobilität der Tiere begünstigt wird.

Ethologische Untersuchungen können im wesentlichen Ansatzpunkt für funktionelle Systemanalysen sein. Diesbezüglich geben Tierbeobachtungen Auskunft darüber, inwieweit bestimmte Tierarten oder Rassen im besonderen Maße für die Pflege von Extensivweiden geeignet sind.

Im vorliegenden Beitrag sollen deshalb Ergebnisse zum Nahrungsaufnahme- und Raum-Zeit-Verhalten zweier Rinderrassen vorgestellt werden.

## **2. Material und Methode**

Der Versuchsstandort der Weideversuche in Paulinenaue (37 ha) kann als flach- bis mitteltiefgründiges Versumpfungs-Verlandungsmoor bezeichnet werden.

Torfart: Schilftorf mittlerer bis starker Zersetzung, im geringem Umfang Seggen- und Bruchwaldtorf, Kalkmudden als liegende Schicht vereinzelt vorkommend

Ökologischer Moortyp: Eutrophiertes Moor

Untergrund: Feinsand zur Mittelkörnigkeit neigend

Relief: Deutlich reliefiert, mit Sanddurchragungen 28,5 bis 29,5 m NN  
8 % < 28,6  
78 % 28,6 bis 28,9 und  
14 % > 28,9 m NN

Moormächtigkeit: 42 % > 8 dm  
 45 % 8 bis 12 dm  
 14 % > 12 dm

Grundwasser: Mittleres Niveau (78 % der Flächen) von 0,8 m (Trockenperioden) bis 0,1 m (Nässeperioden) schwankend

In die Untersuchungen waren Rinder der Rassen Galloway und Schwarzbuntes Milchrind (SMR) einbezogen. Die Tiere wurden über drei Vegetationsperioden (Anfang Mai bis Ende Oktober) auf einer Niedermoor-Standweide mit einer Besatzstärke von einer GV pro ha gehalten. Im 14tägigen Rhythmus erfolgten Tierbeobachtungen über den Lichttag.

Die Rasterung der Koppeln in 50x50 m Abschnitte diente der visuellen Bestimmung der Laufleistung und des Raum-Zeit-Verhaltens. Monatlich erfolgten Weidebonituren (Verbiß).

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Das vom Menschen unbeeinflusste Zeitmuster landwirtschaftlicher Nutztiere ist während des Lichttages im wesentlichen gekennzeichnet durch den Wechsel von Grasens- und Ruheperioden.

Tabelle 1 kennzeichnet die durchschnittliche Grasensdauer von SMR und Galloway in den drei Untersuchungsjahren. Zwischen beiden Rassen bestehen nur im Jahr 1993 signifikante Unterschiede. Innerhalb der Rasse treten zwischen den Jahren beim SMR keine signifikanten Unterschiede auf. Demgegenüber grasen Galloway-Rinder im Jahr 1995 signifikant weniger als in den beiden vorhergehenden Jahren.

Tabelle 1 : Mittelwertvergleich der Dauer des Grasens

Jahr		SMR min·d <sup>-1</sup>	Galloway min·d <sup>-1</sup>	Mann-Whitney- Test
1993	$\bar{x}$	523,7	575,3	p < 0,05
	s	38,0	52,9	
1994	$\bar{x}$	563,1	513,7	n.s.
	s	64,8	54,2	
1995	$\bar{x}$	486,8	491,9	n.s.
	s	79,4	59,6	

In der Literatur liegen verhältnismäßig wenige Hinweise zur Laufleistung landwirtschaftlicher Nutztiere unter Freilandhaltungsbedingungen vor.

Die Laufleistung ist für Moorböden insofern von Bedeutung, weil damit eine beständige Verdichtung des Bodens einhergeht, was zum Erhalt der Moorsubstanz beiträgt (SCHALITZ und LEHMANN 1992). Das wichtigste Gerät der Moorbodenbewirtschaftung, die Walze, wird quasi durch den Tritt der Weidetiere ersetzt.

Die während der Beobachtung erfolgte Dokumentation des jeweiligen Aufenthaltsortes der Tiergruppen erlaubt die maßstabgerechte Aufbereitung und Auswertung der Laufstrecken. Unter den spezifischen Weidebedingungen erwies sich das SMR im Vergleich zum Galloway als besonders laufaktiv (Tab. 2).

Tabelle 2 : Mittelwertvergleich der Laufmeter

Jahr		SMR min·d <sup>-1</sup>	Galloway min·d <sup>-1</sup>	Mann-Whitney- Test
1993	$\bar{x}$	3130,0	2901,4	n.s.
	s	238,2	469,9	
1994	$\bar{x}$	4535,9	3112,7	p < 0,05
	s	731,9	406,4	
1995	$\bar{x}$	3533,9	2886,7	p < 0,05
	s	561,6	553,2	

Unter den vorgefundenen Umweltverhältnissen laufen somit Rinder während der Vegetationsperiode (ca. 180 d) zwischen 500 und 800 km. Anbei sei bemerkt, daß unter Bedingungen der nomadischen Haltung Rinder Wegstrecken zwischen 1000 und 2000 km pro Jahr zurücklegen (LEGEL, 1989). OLOFSON (1964) wies nach, daß die Laufleistung von Rindern abhängig ist von der Größe der Koppel. Hiernach laufen Kühe auf einer 40 ha Weide ca. 4,9 km pro Tag. Eine Erweiterung der Koppel auf 259 ha erhöht die Laufleistung auf ca. 9 km pro Tag.

SCHALITZ und BECKMANN (1998) haben überschlägig kalkuliert, daß Mutterkühe bei einem Besatz von einer GV pro ha an 200 Weidetagen etwa zweimal die gesamte Fläche verdichten könnten. Dies setzt jedoch möglichst gleiche Aufenthaltszeiten in den einzelnen Rasterquadraten voraus.

Laufstrecken auf Niedermoor: SMR 3,5 km·d<sup>-1</sup>  
Galloway 3,0 km·d<sup>-1</sup>

Größe des Trittsiegels: SMR 80 cm<sup>2</sup>  
Galloway 62 cm<sup>2</sup>  
(Mensch 253 cm<sup>2</sup>)

Verdichtete Fläche pro Tier und Tag: SMR 112 m<sup>2</sup>  
Galloway 75 m<sup>2</sup>

Unter Standweidebedingungen (Besatzstärke eine GV je ha) ist die rasterbezogene Grasensdauer diskontinuierlich. Während der Vegetationsperiode wird jedes einzelne Raster in wechselnder Häufigkeit frequentiert. Dies erfolgt u.a. in Abhängigkeit von dem momentanen Grasaufwuchs bzw. vom Abgrasestatus eines Rasters. Hieraus resultieren im Merkmal Grasensdauer hohe Standardabweichungen je Raster während der Vegetationsperiode und hohe Streuungsmaße zwischen den Rastern einer Koppel



je Beobachtungstag und Jahr. Beispielsweise schwanken die Variationskoeffizienten in der Rasterauslastung zwischen 52,8 und 32,8 % (SMR) bzw. zwischen 49,1 und 55,6 % (Galloway).

Nach FISCHER et al. (1993) wechseln die tierseitigen Ansprüche an die Ruhe- bzw. Liegeplätze allmählich mit der Jahreszeit. Hiervon dürfte ebenfalls ein gewisser Einfluß ausgehen, welche Areale vorrangig belaufen und abgegrast werden. Aus der Häufigkeit des Aufsuchens von Liegeplätzen ergeben sich differenzierte Wirkungen. Sie reichen von keiner erkennbaren Schädigung der Grasnarbe durch Tritt und Liegen bis zur totalen Zerstörung der Altnarbe mit nachfolgender Ausbreitung von Ruderalarten. Aus der oftmals stundenlangen Frequentierung der wenigen schattigen Plätze im Sommer läßt sich ableiten, daß die Galloway hitzeempfindlicher als die SMR sind. Deshalb sind bei einer vorgesehenen Nutzung dieser Rasse in der Landschaftspflege die mikroklimatischen Bedingungen und die Strukturierung des Standorts (Umfang an Schattenspender) mit zu berücksichtigen.

Eine ausgewogene Landschaftsstrukturierung und einheitliche Bedingungen in allen Flächenabschnitten (hinsichtlich Artenzusammensetzung, Höhenprofil u.a.) vorausgesetzt würde der Einsatz einer dem Standort angepaßten Tiergruppe dazu führen, daß die einzelnen Flächenabschnitte der Extensivweide im nahezu harmonischen Wechsel (Phasen intensiver Beweidung folgen Phasen der Unterbeweidung mit gleichzeitiger Regeneration des Grasbestandes) durch die Weidetiere genutzt werden. Störgrößen, wie das differenzierte Ertragspotential einzelner Koppelabschnitte (z.B. infolge unterschiedlicher Artenzusammensetzung), wie die Rassenspezifik in dem gewichtsabhängigen Trockensubstanz-Aufnahmevermögen und in der Futterpräferenz (KAISER und FISCHER, 1997) bzw. in der Lokomotionsbereitschaft, bedingen die oben beschriebene diskontinuierliche Flächenausnutzung. Die Folgen sind (fast in Form eines Circulus vitiosus) die Ausbreitung von Problempflanzen, wie *Cirsium arvense*; sie können letztendlich nur mit technischen Mitteln (Mahd) durchbrochen werden.

SCHOLZ (1994) hat das Ausbreitungsverhalten der Distel auf Moor untersucht und empfiehlt als mechanische Maßnahme das Schneiden oder Abschlegeln im Juli nach der Blüte zur Zeit der größten Verausgabung der Pflanze. Die wirksamste Einschränkung der Ackerkratzdistel wird durch Wintervernässung erreicht, sofern das möglich ist.

Zwischen den Untersuchungsjahren ist auf der Galloway-Koppel eine signifikante Erhöhung der Ausbreitungsfläche von *Cirsium arvense* von 24,7 auf 29,1 % der Koppelfläche zu verzeichnen. Dementsprechend verringert sich der Flächenanteil des Grasses. Auf der SMR-Koppel treten zwischen den Jahren keine signifikanten Unterschiede in der Ausbreitung der beschriebenen Pflanzenart auf.

Raster mit hohem *Cirsium arvense*-Besatz werden offensichtlich in Abhängigkeit von der Wuchshöhe dieser Problempflanzen von Rindern gemieden.

Während auf der Galloway-Koppel im Mai zunächst nur niedrige Pearsonsche Korrelationskoeffizienten zwischen Grasensdauer und Ackerkratzdistelanteil bestimmt werden (erste Maiwoche:  $r = 0,3083$ ; dritte Maiwoche:  $r = -0,0826$ ), treten ab Juni zwischen beiden Merkmalen negative signifikante Korrelationen auf (erste Maiwoche:  $r = -0,4421^{**}$ ; dritte Maiwoche:  $r = -0,5141^{***}$ ). Auf der SMR-Koppel sind ähnliche Tendenzen bestimmbar, wobei hier die adäquaten Korrelationskoeffizienten niedriger und nicht signifikant ausfallen.

Die große Brennessel (*Urtica dioica*) tritt wie die Ackerkratzdistel vorzugsweise im frischfeuchten Bereich auf. Im Unterschied zur Distel sind jedoch ihre Ausläufer tritttempfindlich; sie wird nur im Jugendstadium vom Weidetier gemieden. Als Altpflanze und nach den ersten Frösten - meist einhergehend mit abnehmendem Angebot an besserem Futter - wird die Brennessel auch stärker verbissen. Hier zeigten die Galloway-Rinder stärkere Aktivitäten, aber das Endergebnis war schließlich gleich. Die noch 1991 vorhandenen dichten Brennesselpolster waren nach drei Jahren extensiver Weidenutzung bis zur Bedeutungslosigkeit dezimiert. Die entstandenen Lücken wurden hauptsächlich von Untergräsern (*Poa pratensis et trivialis*) eingenommen.

#### **4. Zusammenfassung**

Die dargestellten Zusammenhänge lassen erkennen, daß das Raum-Zeit-Verhalten von Rindern, das den Pflegeeffekt von Weiden bestimmt, auch auf Niedermoorweiden ein multifaktorielles Ereignis darstellt. Am Beispiel der Laufleistung und der Wechselwirkungen zwischen Grasensdauer und Ausbreitung von *Cirsium arvense* werden Rassenunterschiede erkennbar, die in der Gestaltung des Niedermoormanagement berücksichtigt werden sollten.

## Literatur

- FISCHER, A., SCHOLZ, A., SCHALITZ, G., 1997: Zur Wahl von Liegeplätzen durch Jungrinder der Rasse Galloway auf einer Niedermoorweide im Havelländischen Luch. ZALF-Bericht 5/1993, 89-99, Müncheberg
- KAISER, T., FISCHER, A., 1997: Landschaftspflege mit Extensivrassen (Rinder der Rasse Galloway und Schafe der Rasse Skudde). 41. Jahrestagung der AG Grünland und Futterbau in der Gesell. für Pflanzenbauwissenschaften, 28.-30.08.1997, Aulendorf, Referate und Poster, 155-158
- LEGEL, S., 1989: Nutztiere der Tropen und Subtropen. Bd. 1 Rinder, S. Hirzel Verlag, Leipzig
- MAERTENS, T., WAHLER, M., LUTZ, J., 1990: Landschaftspflege auf gefährdeten Grünlandstandorten. Schriftenreihe Angew. Naturschutz. 2, Naturlandstiftung Hessen e.V.
- OLOFSON, S., 1964: Observationer av nötkreatur vid betesgang och stallluft fodring. Landbrukshögskolans Medd. Ser. A, 1
- RAHMANN, G., 1994: Kulturlandsschaftspflege mit Tieren. Vergleich des Werra- Meißner Kreises (Hessen) und des Landkreises Göttingen (Niedersachsen). Mitteilungsblatt Nr.1 des FG Nutztierzucht und -haltung der GhK, Witzenhausen
- SCHALITZ, G., LEHMANN, J., 1992: Zum Stellenwert der Bodenverdichtung im Rahmen der ökologiegerechten Nutzung von Niedermoorgrünland. Jahrestagung der AG für Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften Stuttgart-Hohenheim, Tagungsband, 45-60
- SCHALITZ, G., BECKMANN, J., 1998: Ökologische Aspekte der extensiven Weidehaltung und Überlegungen zu Bewertungsansätzen. ZALF-Bericht 33/1998, 79-99, Müncheberg
- SCHOLZ, A., 1995: Vom Weidevieh gemiedene Pflanzen, Ausbreitung und Maßnahmen zur Eindämmung. Z.f. Kulturtechnik und Landentwicklung, 36, 173-174, Blackwell-Verlag Berlin
- THIELE-WITTIG, H.C., 1974: Landschaftspflege durch Schafe. Deutsche Schäfereizeitung 22, 201-203

# **Die räumliche Heterogenität der Futterqualität und des Verzehrs auf einer extensiv bewirtschafteten Umtriebsweide**

Ulrike Schütz und Hans Schnyder

**Lehrstuhl für Grünlandlehre der TU-München-Weihenstephan**

## **1. Einleitung**

Das weidende Tier entzieht dem Pflanzenbestand Nährstoffe und liefert diese zu ca. 80% über die Exkreme wieder auf die Fläche zurück. Die Exkreme werden jedoch nicht gleichmäßig auf der Fläche verteilt, sondern auf einzelnen, abgegrenzten Flecken und zonal in unterschiedlicher Dichte abgesetzt. Dies gilt besonders für Weideflächen, in denen äußere Einflüsse, wie z.B. schattenspendende Bäume oder eine variable Hangneigung die Verweildauer der Tiere in bestimmten Weidebereichen beeinflussen. Das Nährstoffangebot für die Vegetation variiert daher sowohl kleinräumig, auf der Ebene einzelner Exkrementstellen, als auch großräumig zwischen verschiedenen Weidebereichen. Die daraus resultierende Variabilität in Quantität und Qualität des angebotenen Futters beeinflusst wiederum das Freßverhalten der Tiere.

Ziel dieser Arbeit war es, die Zusammenhänge zwischen dem variablen Futterangebot auf einer hängigen Umtriebsweide und der Futteraufnahme der Weidetiere zu untersuchen. Dazu wurden folgende Fragen gestellt:

- \* Wie stark variiert das Futterangebot in Quantität und Qualität auf der Fläche?
- \* Nutzt das Tier den Bestand in allen Bereichen der Weide gleich?
- \* Gibt es Qualitätsparameter des angebotenen Futters, die das Freßverhalten der Tiere beeinflussen?

## **2. Material und Methoden**

Die Untersuchungen wurden auf einer 0.64 ha großen, nach Norden exponierten Umtriebsweide der Versuchsstation Kloostergut Scheyern im Tertiärhügelland bei Pfaffenhofen durchgeführt. Die ungedüngte Fläche wird dreimal im Jahr von ca. 30 Mutterkühen beweidet. Der südliche Weidebereich ist flach geneigt (4 - 7%), während im steileren nördlichen Weidebereich Neigungen bis zu 28% auftreten. Der mittlere Weidebereich ist mit Neigungen von 10 bis 22% mäßig steil (Schütz & Schnyder 1997).

Durch Dauerbeobachtung der Tiere wurden alle Exkrementstellen, die während einer dreitägigen Weideperiode (31.5. - 2.6.1996) abgesetzt wurden, erfaßt. Zur Bestimmung der Quantität und Qualität des Futterangebots und des Weiderestes wurden unmittelbar vor und nach jeder Beweidung 120 bzw. 60 je 2 m<sup>2</sup> große Teilschnittflächen in einem regelmäßigen räumlichen Raster geschnitten. Die Stickstoff-(N)-Gehalte der Trockenmasse (TM) wurden mittels Elementaranalyse, die Gerüstsubstanzzanteile durch NDF-Analyse nach Goering und van Soest (1970) bestimmt. Die Menge des verzehrten Futters, sowie dessen Inhaltsstoffe wurden aus der Differenz des angebotenen Futters und des Weiderestes ermittelt. Alle dargestellten Daten beziehen sich auf die Weideperiode vom 26.7. - 29.7.1996.

Die gemessenen Parameter wurden interpoliert, da sie an verschiedenen Orten und in unterschiedlicher räumlicher Auflösung erhoben wurden. Mit Kriging, einem geostatistischen Interpolationsverfahren, das auf gewichteter Mittelwertbildung beruht, wurden dabei auf der Basis eines 2 x 2 m Netzes Schätzwerte für jeden Parameter berechnet, die anschließend zueinander in Beziehung gesetzt wurden. Innerhalb der Maschenweite dieses Netzes wurde Homogenität unterstellt, und damit der Einfluß einzelner Exkrementstellen stark geglättet, da in diesem Zusammenhang die höhere Skalenebene der Gesamtfläche von Interesse war.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Futterangebot

Die Tiere nutzten einen Teil des flach geneigten südlichen Weidebereiches vornehmlich als Lagerbereich. Die Exkrementdichte war dort mit durchschnittlich 0.42/m<sup>2</sup> etwa doppelt so hoch wie im steileren, nördlichen Weidebereich (0.2 /m<sup>2</sup>), der nur zum Fressen aufgesucht wurde (vgl. Schütz & Schnyder 1997).

Die TM-Produktion zeigte einen deutlichen Gradienten mit hohen Erträgen im südlichen, eutropheren Weidebereich und niedrigen Erträgen im nördlichen, stärker ausgehagerten Weidebereich (Abb. 1). Die TM-Produktion war positiv korreliert mit der Bestandeshöhe (nicht dargestellt). Im südlichen Weidebereich war dementsprechend auch der Gerüstsubstantanteil (NDF) in der Biomasse hoch (Abb. 2), da in höherwüchsigen Beständen mehr Strukturelemente eingelagert wurden. Im Norden der Weide waren die NDF-Gehalte jedoch trotz niedriger TM-Erträge ebenfalls hoch, was möglicherweise auf einer erhöhten Dichte blühender Triebe und einer unterschiedlichen Artenzusammensetzung beruhte. Im nördlichen Weidebereich waren Magerrasenarten wie *Agrostis tenuis* L., *Cynosurus cristatus* L. und *Festuca rubra* ssp. *commutata* L. vertreten, im Gegensatz zum südlichen Weidebereich, wo *Dactylis glomerata* L. und *Agropyron repens* L. dominierten. Hohe NDF-Gehalte waren mit einem niedrigen Verhältnis von Blattfläche zu TM korreliert, was auf einen hohen Stengelanteil schließen ließ (nicht dargestellt). Die N-Gehalte der Vegetation nahmen tendentiell von Süden nach Norden ab, waren jedoch aufgrund des hohen Kleanteils im mittleren Hangbereich erhöht (Abb. 3). Das Futterangebot für die Tiere variierte daher stark in verschiedenen Teilbereichen der Weide, sowohl hinsichtlich der Quantität als auch der Qualität.

#### 3.2 Verzehr

Der prozentuale Verzehr (= verzehrte Futtermenge in Relation zum Futterangebot) war in Weidebereichen mit hohem Futterangebot niedrig und in Bereichen mit niedrigem Futterangebot hoch (Abb. 4). Die Tiere nutzten den Bestand also umso stärker, je geringer die angebotene Futtermenge war. So blieb im ausgehagerten, nördlichen Bereich nur ein Weiderest von ca. 10%, während im südlichen Bereich Weidereste bis zu 50% gemessen wurden.

In der Gegenüberstellung des prozentualen Verzehrs mit den NDF-Gehalten im angebotenen Futter lassen sich deutlich zwei Punktwolken voneinander unterscheiden (Abb. 5). Sie entsprechen annähernd der nördlichen und südlichen Weidehälfte, die jedoch größere Bereiche umfassen als den Lagerbereich im Süden und den steileren Hang-

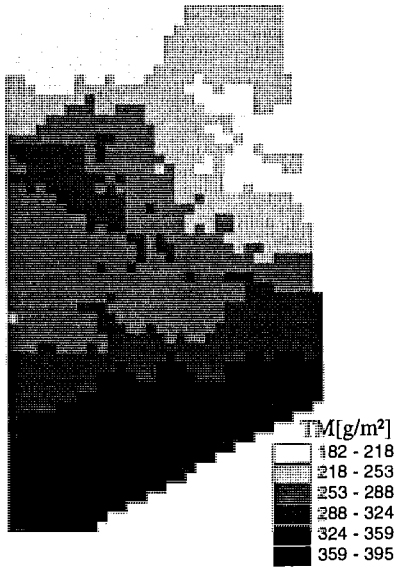


Abb. 1: Angebotenes Futter

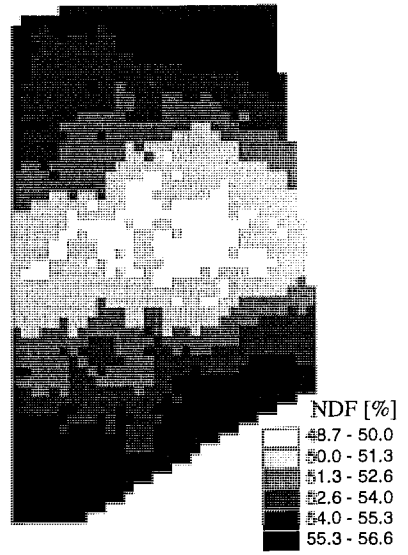


Abb. 2: NDF-Gehalt des angebotenen Futters

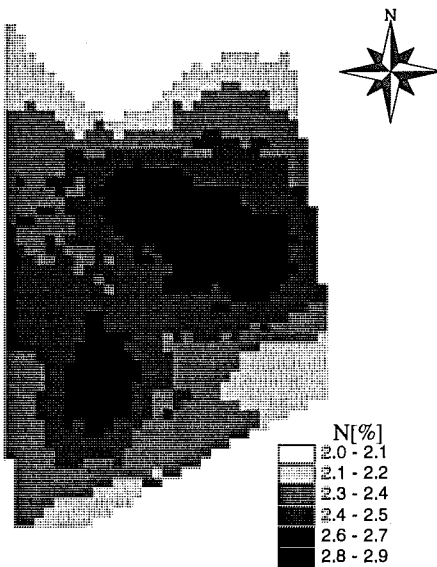


Abb. 3: N-Gehalt des angebotenen Futters

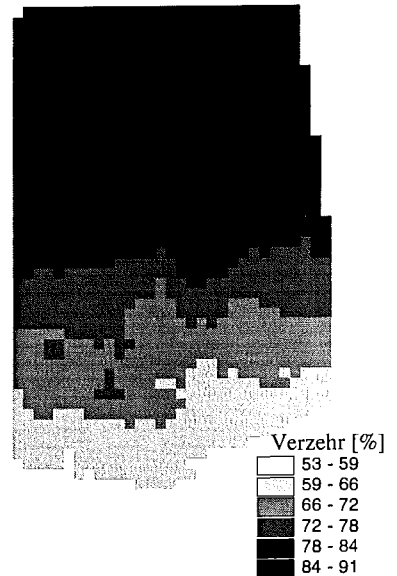


Abb. 4: Prozentualer Verzehr

bereich im Norden der Weide. In der nördlichen Weidehälfte ließ sich keine Abhängigkeit des Verzehr vom NDF-Gehalt des angebotenen Futters ableiten. Der prozentuale Verzehr war über die ganze Spanne der NDF-Gehalte gleichbleibend hoch. Dagegen zeigte sich in der südlichen Weidehälfte eine deutliche Abhängigkeit, da mit zunehmenden NDF-Gehalten im angebotenen Futter die Verzehrsleistung der Tiere nahezu linear abnahm.

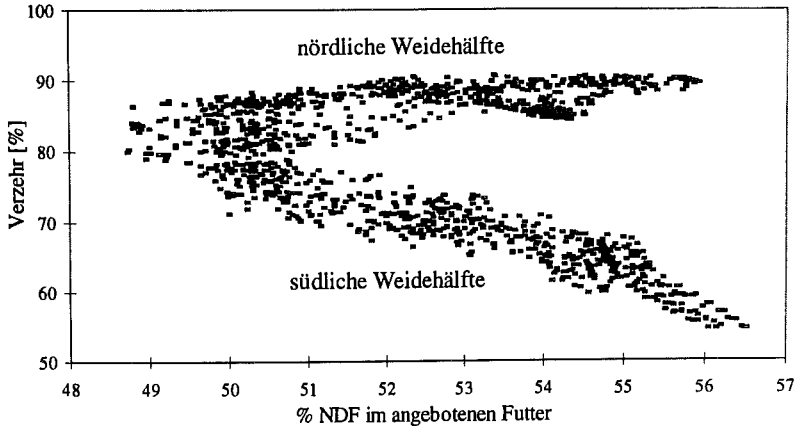


Abb. 5: Prozentualer Verzehr in Abhängigkeit vom NDF-Gehalt im angebotenen Futter

Ebenso zeigte sich auch bezüglich der N-Gehalte im angebotenen Futter in der nördlichen Weidehälfte keine Abhängigkeit des Verzehr, wohingegen in der südlichen Weidehälfte der prozentuale Verzehr mit steigenden N-Gehalten im angebotenen Futter zunahm (Abb. 6). Die Tiere schienen also nur in der südlichen Weidehälfte auf NDF-armes und N-reicheres Futter selektiert zu haben. Der prozentuale Verzehr schwankte zwischen den beiden Weidebereichen bei ähnlichen NDF- und N-Gehalten zwischen 60 und 90%.

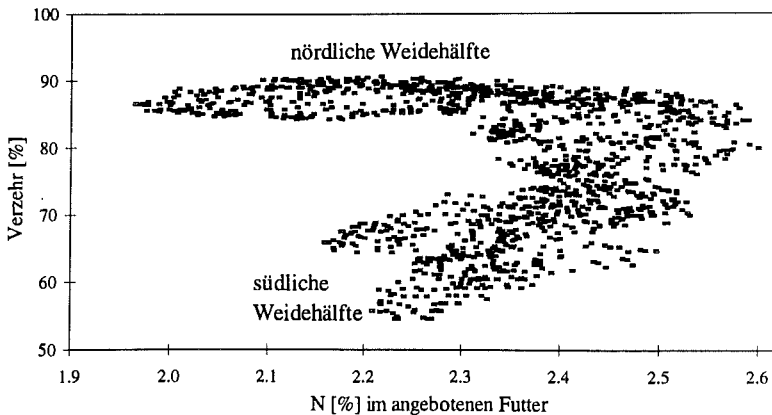


Abb. 6: Prozentualer Verzehr in Abhängigkeit vom N-Gehalt im angebotenen Futter

Der NDF- bzw. N-Gehalt des verzehrten Futters war in der nördlichen Weidehälfte nahezu gleich hoch wie im angebotenen Futter. In der südlichen Weidehälfte war der N-Gehalt im verzehrten Futter höher und der NDF-Gehalt niedriger als im angebotenen Futter (nicht dargestellt). Dabei war der Unterschied zwischen angebotenen und verzehrtem Futter umso größer, je höher der NDF-Gehalt im angebotenen Futter war (Abb. 7), bzw. je niedriger dessen N-Gehalt war.

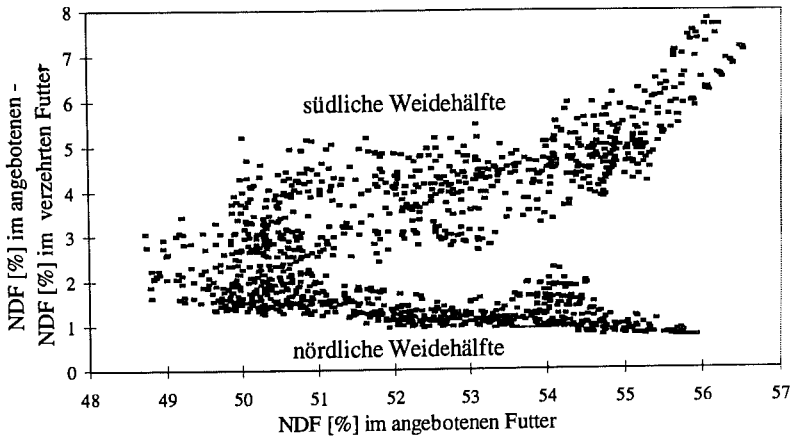


Abb. 7: Differenz zwischen dem NDF-Gehalt im verzehrten und im angebotenen Futter in Abhängigkeit vom NDF-Gehalt im angebotenen Futter

### 3.3 Selektion?

Es stellt sich die Frage, ob es sich bei dem beobachteten Freßverhalten in der südlichen Weidehälfte um eine aktive Selektion handelte. Dies würde bedeuten, daß die Tiere bewußt Futterkomponenten auswählen oder meiden.

Weidetiere stratifizieren den Bestand, d.h. sie fressen die oberste Bestandesschicht zuerst und kehren zurück, um eine weitere Schicht am gleichen Ort zu nutzen. Die zeitliche Aufzeichnung der Exkrementabgaben (Daten nicht gezeigt) belegte, daß die Herde mehrmals täglich die Weide passierte und nicht einen Weidebereich ganz abfraß, bevor sie in einen anderen Bereich wechselten. Die Bißtiefe im Bestand ist positiv mit der Bestandeshöhe korreliert (Laca *et al.* 1992). Die oberste Bestandesschicht war am blattreichsten und am gerüstsubstanzärmsten. Zudem nahm der N-Gehalt vertikal im Bestand von oben nach unten ab, da die Pflanzen N in den obersten Blättagen konzentrierten (Stroh, K., pers. Mitteilung). Das bedeutete, daß die Tiere infolge der schichtweisen Nutzung zuerst N-reicheres und NDF-ärmeres Futter aufnahmen. Dieser Vorgang führt also zu einer scheinbaren Selektion, die durch die vertikale Verteilung von Blatt- und Stengelmaterial bedingt ist (Hodgson 1982). Diese scheinbare Selektion war nur in der südlichen Weidehälfte zu beobachten, da die Tiere in der nördlichen Weidehälfte den Bestand zwar vermutlich ebenfalls stratifizierten, jedoch bis zum Ende der Weideperiode zu 90% nutzten. Möglicherweise sind die geringeren Weidereste in der nördlichen Weidehälfte z.T. auf den geringeren Verschmutzungsgrad des Futters mit Exkrementen und auf geringere Trittschäden zurückzuführen. Daneben wurde auch ein Zusammenhang der Verzehrsleistung mit der Bestandeshöhe beobachtet. Bis zu Bestandeshöhen von ca. 20 cm war die Verzehrsleistung unabhängig von der



Bestandeshöhe, während bei höherwüchsigen Beständen der prozentuale Verzehr mit zunehmender Bestandeshöhe abnahm (Abb. 8).

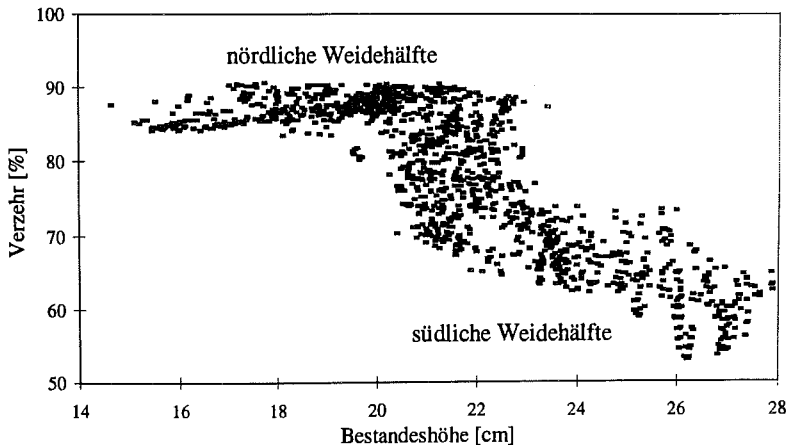


Abb. 8 Prozentualer Verzehr in Abhängigkeit von der Bestandeshöhe

Auf einer kleineren Skalenebene konnte jedoch auf der gesamten Weide eine echte Selektion in horizontaler Richtung festgestellt werden. Die Tiere mieden Geilstellen und ließen bestimmte Pflanzen unverbissen. Auch diese horizontale Selektion war aufgrund des höheren Verschmutzungsgrades durch Exkremente im südlichen Weidebereich stärker ausgeprägt. Die zwei Phänomene, der scheinbaren vertikalen und der echten horizontalen Selektion überlagerten sich und waren nicht quantitativ zu trennen.

#### 4. Ausblick

Die hier beschriebenen Zusammenhänge zwischen der Heterogenität des Futterangebotes und der Futteraufnahme der Weidetiere sind entscheidend für das Verständnis der Nährstoffkreisläufe in Weidesystemen. Sie beruhen jedoch auf deskriptiven Studien. Es bliebe nun in modellhaften Ansätzen die Kausalitäten dieser Phänomene festzustellen, und die gefundenen Beziehungen auf andere Weidesysteme zu übertragen, um Prognosen für ein optimales Weidemanagement zu ermöglichen.

#### Literatur:

- Goering, H.K. und VAN SOEST, P.J. (1970): Forage and Fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Agricultural Handbook No. 379. ARS-USDA, Washington, DC.
- Hodgson, J. (1982): Influence of sward characteristics in diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: Hacker, J.M. (ed.): Nutritional Limits to Animal Production from Pastures. Farnham Royal, U.K. Commonwealth Agricultural Bureau, 153-166.
- Laca, E.A., Ungar, E.D., Seligman, N. u. Demment, M.W. (1992): Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. Grass and Forage Science 47, 91-102.
- Schütz, U. und Schnyder, H. (1997): Tagungsband der 41. Jahrestagung der AG Grünland u. Futterbau, Lehr- und Versuchsanstalt f. Viehhaltung u. Grünlandwirtschaft Aulendorf, 1997, 226-229.

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

# Ertrag und Futterqualität von Alm- und Waldweiden in Österreich

von

Erich M. Pötsch

Abteilung Grünland des Institutes für Pflanzenbau und Kulturlandschaft,  
BAL Gumpenstein, Österreich

## 1. Einleitung

Unter den vielfältigen Grünlandnutzungsformen nehmen heute die Almen und Bergmäher mit zusammen ca. 860.000 ha noch mehr als 40 % der gesamten Grünlandfläche in Österreich ein. Gegenüber 1960 bedeutet dies einen Rückgang von etwa 7 %, die derzeit ungemein rasch verlaufende Dynamik in der Agrarstruktur wird aber in den nächsten Jahren wohl zu einer noch stärkeren Abnahme dieses für den gesamten Europäischen Alpenbogen prägnanten und traditionellen Grünlandanteiles führen. Damit besteht aber auch die Gefahr, daß in Zukunft die vielseitigen Leistungen der Alm- und Weidewirtschaft wie Schutz-, Erholungs-, Wohlfahrts- und Nutzfunktion sowie wichtige ökologische Funktionen nicht oder nur mehr in einem eingeschränkten Maß erfüllt werden können. Für den Landwirt steht bei dieser Vielzahl an Leistungen die Produktionsfunktion im Vordergrund, also die Nutzung der Almweiden als Sommerfutterfläche für Nutz- und Zuchtvieh. Über die Erträge und vor allem den Futterwert von Almfutter in Abhängigkeit von Standort, Exposition, Höhenlage und Muttergestein liegen nach CYTIL (1994) nur wenige praktisch umsetzbare Daten vor. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, nicht nur die Produktivität von Almweiden sondern auch jene von Waldweiden zu erfassen und damit auch konkrete Aussagen über die Bedeckbarkeit von bestehenden Waldweiderechten - in Österreich betrifft dies heute immerhin eine Fläche von ca. 400.000 ha! - zu treffen (PÖTSCH u.a, 1998).

## 2. Material und Methodik

### 2.1 Standorte - Standortbeschreibung

Im Rahmen des Steirischen Almprojektes wurden von 1993-1996 auf 7 Standorten umfangreiche Untersuchungen zur Erfassung der Produktivität von Reinweiden, Waldweiden und von bereits abgestockten Flächen durchgeführt. In *Tabelle 1* ist die Besetzung der einzelnen Kategorien auf den jeweiligen Standorten, untergliedert nach Höhenlage

Tabelle 1: Standorte im Steirischen Almprojekt zur Bearbeitung der Wald/Weide-Thematik (1993-1996)

Standort	Geologie	Höhenlage	Weidekörbe je Kategorie		
			Reinweide	Waldweide	abgestockte Flächen
Brandlweide	Kalk	830 m	3	3	3
Blaa- Alm	Kalk	910 m	3	6	-
Scharbergalm	Kalk	1100 m	2	6	-
Scheueggalm	Kalk	1500 m	4	-	-
Guldenberg	Kristallin	1140 m	2	-	4
Teufelstein	Kristallin	1400 m	1	2	6
Schwarzbeeralm	Kristallin	1440 m	2	3	4

und Geologie, dargestellt. Die Kalkstandorte weisen dabei mit wenigen Ausnahmen eine schwach saure bis neutrale, die Kristallinstandorte eine saure bis stark saure Bodenreaktion auf. Die Phosphatgehalte lagen auf den Kalkstandorten meist in der Gehaltsstufe „A“ (<6 mg/100 g Feinboden), die Kaliwerte dagegen deutlich höher, wodurch sich letztlich ein für die Pflanzenernährung eher ungünstiges Verhältnis zwischen diesen beiden wichtigen Hauptnährstoffen ergibt. Auf den Kristallinstandorten hingegen lagen die Phosphatgehalte insgesamt deutlich höher und größtenteils in der Gehaltsstufe „D“ (16-40 mg/100 g Feinboden), auch die Kaliwerte zeigten im obersten Bodenabschnitt einen meist ausreichenden bis hohen Versorgungsgrad.

## 2.2 Ertragsermittlung

Die Erfassung der Erträge erfolgte mit insgesamt 54 Weidekörben, die mittels Bodenanker stets an derselben Stelle fixiert und auf einer Grundfläche von 3 m<sup>2</sup> eine Beweidung durch Nutz- als auch durch Wildtiere verhinderten. Methodisch hat sich diese Form der Isolierung recht gut bewährt, als Nachteil ist allerdings zu nennen, daß damit grundsätzlich keine Differenzierung zwischen der tatsächlichen Futteraufnahme durch das Weidevieh einerseits und dem Wild möglich ist sowie durch den Ausschluß der Tiere auch keinerlei Rückführung von Dünger erfolgt.

## 3. Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Ertragsdaten

Bei den in *Tabelle 2* angegebenen Ertragsdaten handelt es sich um Bruttoerträge, Verluste durch Vertritt und Selektion sind dabei nicht berücksichtigt. Die Verluste (in erster Linie Weideverluste) werden von BUCHGRABER (1998) auf Almweiden mit bis zu 50% beziffert, die tatsächliche Höhe des Nettoertrages hängt in der Praxis daher sehr stark vom Weidemanagement (Besatzstärke, Koppelteilung, Weidpflege etc.) ab.

#### 3.1.1 Reinweideerträge

Der Ertrag der Reinweiden erreichte im Durchschnitt aller Standorte 27 dt (11-37)/ha und Jahr und lag damit im oberen Bereich der von BUCHGRABER (1998) mit 1-30 dt/ha und Jahr angegebenen Bruttoerträge für Almweiden. Der Ø Erntezeitpunkt des 1. Aufwuchses (ca. 70% Anteil am Jahresgesamtertrag) lag auf den Kristallinstandorten am 6. VII (ca. 6 Wochen nach der Nutzung von Wirtschaftsgrünland in Tallagen), der 2. Aufwuchs wurde im Ø am 19. IX geerntet. Der 1. Aufwuchs auf den Kalkstandorten wurde im Ø am 15. VII, der 2. Aufwuchs am 19. IX geerntet.

Auffallend ist, daß sich bei den hier vorliegenden 7 Standorten keine klare Gesetzmäßigkeit zwischen dem Ertragsniveau und der Höhenlage (BRUGGER und WOHLFARTER, 1983) unter Einbeziehung der Exposition sowie der geologischen Ausgangssituation ergab. SCHECHTNER (1978) zeigte in einer Zusammenfassung nationaler Versuchsergebnisse die starke Verringerung des Ertragspotentials von Grünland mit zunehmender Höhenlage, verwies aber darauf, daß bei entsprechender Düngung auch in der Hochalmregion Erträge von 20-35 dt TM/ha zu erzielen sind. Aus insgesamt 20 exakten Düngungsversuchen stellte er den positiven Einfluß von Düngungsmaßnahmen auf die Erträge von Almen und hochgelegenen Bergwiesen dar, wobei gegenüber ungedüngten Flächen eine Steigerung von 50-100% erzielt werden konnte. Dokumentiert wurde auch die Verbesserung der botanischen Zusammensetzung der Bestände durch Düngungsmaßnahmen, vor allem etwa der günstige Einfluß der Kalkung auf extremen Borstgrasweiden (SCHECHTNER, 1993). DOMES (1936) begründete das mit zunehmender Höhen-

lage sinkende Ertragsniveau vor allem mit den besonderen klimatischen und ökologischen Faktoren, verwies aber auch auf den Einfluß der Bewirtschaftungsform und -intensität durch den Menschen.

### 3.1.2 Waldweideerträge

Nach DOMES kann die Waldweide im normalen Falle bei einer Bestockung von 70% hinsichtlich ihrer Ertragsleistung nur mit 10% jener der Reinweide in Rechnung gestellt werden. Bei einem geringeren Bestockungsgrad und dem Vorhandensein relativ kleiner Reinweideflächen im Verhältnis zur Waldweide kann sich dieser Prozentsatz bis 20%, bei lichtbestockten Waldweiden sogar bis 30% erhöhen. Die in *Tabelle 2* angeführten Erträge der Waldweide zeigen, daß diese im Durchschnitt aller Standorte 12 (3-27)% der Reinweide erreichten.

Tabelle 2: Verdaulichkeit der Organischen Masse in % sowie Energiegehalt des Futters in MJ NEL/kg TM auf den Standorten des Steirischen Almprojektes zur Wald/Weidethematik

Standort		dOM in% und MJ NEL/kg TM					
		Weide		Waldweide		abgest. Fläche	
<b>Brandlweide</b>	1. Aufwuchs	64,9	5,05	57,1	4,17	58,0	4,23
	2. Aufwuchs	63,4	4,50	47,8	2,06	56,6	3,23
	gesamt/Jahr	64,4	4,85	54,9	3,67	57,3	3,98
<b>Blaa-Alm</b>	1. Aufwuchs	70,4	5,77	52,5	3,59	-	-
	2. Aufwuchs	67,5	5,18	46,4	1,67	-	-
	3. Aufwuchs	70,8	5,57	-	-	-	-
	gesamt/Jahr	68,5	5,39	51,9	3,25	-	-
<b>Scharbergalm</b>	1. Aufwuchs	61,0	4,72	57,3	4,29	-	-
	2. Aufwuchs	58,5	3,87	46,7	1,93	-	-
	gesamt/Jahr	60,4	4,50	53,7	3,62	-	-
<b>Scheucheggalm</b>	1. Aufwuchs	60,7	4,82	-	-	-	-
	2. Aufwuchs	55,5	3,56	-	-	-	-
	gesamt/Jahr	60,1	4,66	-	-	-	-
<b>Guldenberg</b>	1. Aufwuchs	52,1	3,84	-	-	62,2	4,98
	2. Aufwuchs	51,2	2,91	-	-	56,7	3,69
	gesamt/Jahr	52,4	3,78	-	-	59,0	4,27
<b>Teufelstein</b>	1. Aufwuchs	50,9	3,69	52,6	3,97	54,2	4,18
	2. Aufwuchs	49,5	2,93	61,1	4,68	57,3	4,09
	gesamt/Jahr	49,8	3,36	52,9	3,96	55,6	4,27
<b>Schwarzbeeralm</b>	1. Aufwuchs	60,8	4,84	44,0	2,83	59,9	4,90
	2. Aufwuchs	55,1	3,69	53,8	3,63	59,0	4,54
	gesamt/Jahr	59,2	4,51	47,5	3,13	59,4	4,78
<b>Ø aller Standorte</b>		60,2	4,61	52,3	3,45	57,2	4,34

Die Erträge der Waldweide auf den untersuchten Standorten sind allerdings hinsichtlich ihrer tatsächlichen Verwertung durch das Weidevieh kritisch zu betrachten. In der Praxis dürfte es nämlich aufgrund der häufig niedrigen Wuchshöhe und der meist sehr geringen Vegetationsdichte für die Weidenutztiere wohl sehr schwer sein, an diesen Ertrag (auch hinsichtlich des Freißmechanismus) heranzukommen und zu verwerten. So müßte etwa eine GVE auf der Schwarzbeeralm zur Aufnahme ihres Futterbedarfes von 12 kg TM/Tag täglich etwa eine Waldweidefläche von 10 ar abweiden. Dazu kommt, daß es sich bei den Waldweideerträgen ebenfalls um Bruttowerte handelt, die tatsächliche Waldweidefläche würde sich also in Abhängigkeit von Weide- und Selektionsverlusten (Anteil giftiger sowie ungen oder nicht gefressener Pflanzen) noch weiter erhöhen.

Aufgrund der in diesem Projekt ermittelten geringen Produktionsleistung der Waldweide erscheint daher grundsätzlich eine Trennung von Wald und Weide, sowohl aus der Sicht der Forst- als auch der Landwirtschaft von großem Vorteil.

### 3.1.2 Erträge der abgestockten Flächen

Ziel einer Abstockung ist es, durch Schaffung von neuen Reinweideflächen eine Bedeckung des verbrieften Weiderechtes sowie gleichzeitig eine Trennung von Wald und Weide zu erzielen. Die Produktivität der abgestockten Fläche sollte dabei zumindest jene der Reinweide erreichen, sofern die Standortbedingungen gleich oder ähnlich sind, eine standortangepaßte Ansaatmischung verwendet wird und eine adäquate Bewirtschaftung erfolgt. Die erhobenen Erträge auf den abgestockten Flächen liegen zwar wesentlich über jenen der Waldweide, weisen jedoch im Vergleich zur Reinweide mit  $\bar{\varnothing} < 50$  (maximal 60) % ein enttäuschend niedriges Niveau auf. Der Einsaat (Verwendung von Qualitätssaatgut!), Pflege und Bewirtschaftung (Düngungs- und Weidemanagement) abgestockter Flächen sollte daher mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden!

## 3.2 Futterqualität

Nach DOMES (1936) nimmt die Wertigkeit des Futters mit zunehmender Höhenlage durch einen höheren Eiweiß- und Fettgehalt bei geringem Rohfasergehalt zu. SCHECHTNER (1978) verweist vor allem auf den bei entsprechender botanischer Zusammensetzung positiven Einfluß der Höhenlage - die intensive Strahlung und tiefen Temperaturen bewirken hohe Gehalte an leichtlöslichen und leicht hydrolysierbaren (nicht strukturierten!) Kohlenhydraten, die ganz allgemein zu einer besseren Verwertbarkeit dieses Futters führen sollen (SCHECHTNER, 1976).

### 3.2.1 Verdaulichkeit

Entscheidend für eine Verwertung des Futters durch die Weidetiere ist neben dem Gehalt an Inhaltsstoffen vor allem deren Verdaulichkeit sowie der daraus resultierende Energiegehalt. Die in *Tabelle 2* angeführten Werte für die Verdaulichkeit der organischen Masse (dOM) wurden mittels der in-vitro Methode nach TILLEY & TERRY (1963) ermittelt. Die Werte lagen bei den Reinweidestandorten zwischen 50 und 69 % und stimmen recht gut mit der Zusammensetzung der vorliegenden Pflanzenbestände überein. Das Futter der Waldweiden erreichte nur eine dOM von 48 bis maximal 55 % und erscheint daher wohl nur für anspruchslöse Wiederkäuer geeignet. Die dOM des Futters der abgestockten Fläche liegt im Durchschnitt aller Standorte mit 57 % zwischen den Werten der Reinweiden und der Waldweiden.

### 3.2.2 Energiegehalt

Das Vegetationsstadium von Pflanzenbeständen, deren botanische Zusammensetzung sowie Nutzungs- bzw. Konservierungsform bestimmen neben dem Gehalt an Rohnährstoffen ganz wesentlich die Verdaulichkeit und damit die Energiekonzentration des Futters (DACCORD, 1997). Nach BUCHGRABER und RESCH (1997) beträgt die Variationsbreite im Energiegehalt des alpenländischen Grünlandfutters im grünen (frischen) Zustand 2,8 bis 7,0 MJ NEL/kg TM. Die niedrigsten Werte liefert Futter von Extensivflächen, jenes von Almflecken wird mit 4,0 bis ca. 5,0 MJ NEL/kg TM angegeben.

Im Durchschnitt aller geprüften Standorte zeigte sich eine klare Differenzierung in der Energiekonzentration im Futter von Reinweiden mit  $\bar{\varnothing}$  4,61 MJ NEL/kg TM (*Tabelle 2*). Die Variationsbreite reicht dabei von 3,36 MJ NEL/kg TM (reine Borstgrasweide am Teufelstein) bis zu 5,39 MJ NEL/kg TM (kräuterreiche Niederalmflecke auf der Blaa-

Alm). Bezogen auf die recht unterschiedlichen Ansprüche unserer Nutztiere hinsichtlich der Energiekonzentration im Grundfutter, bedeutet dies daher eine Verwertbarkeit des Futters der Reinweiden vorwiegend durch Pferde, Schafe, Ziegen, Jungrinder und Mutterkühe (GINDL und WILHELM, 1994). Die Waldweiden wiesen mit  $\bar{\emptyset}$  3,45 MJ NEL/kg TM eine sehr geringe Futterqualität auf. Legt man als Maßstab für eine Verwertung durch den Wiederkäuer einen Mindestgehalt von 3,5 MJ NEL/kg TM (= Energiekonzentration von Stroh) an, so zeigt sich, daß diese Forderung auf drei Waldweidestandorten noch realisiert, auf der Schwarzbeeralm und der Blaa-Alm jedoch nicht mehr erfüllt wurde.

### 3.2.3 Rohnährstoffgehalt

Ein Blick auf den Gehalt an Rohnährstoffen zeigt einen Rohfasergehalt zwischen 20 und 30%, der besonders beim Futter der Waldweiden keine ausreichende Begründung für die ermittelte geringe Verdaulichkeit ergibt. GRUBER u.a. (1998) konnten in ihren Untersuchungen mit dem Faktor Rohfasergehalt nur weniger als 10% der Variation der Verdaulichkeit erklären. Die genannten Autoren verweisen jedoch auf die Zusammensetzung der Rohfaserfraktion, die vermutlich eine ganz entscheidende Rolle spielen dürfte.

Mit Ausnahme der kräuter- und/oder leguminosenreicheren Bestände (bis zu 15,5%) lagen die Rohproteingehalte vor allem auf den borstgrasdominierten Beständen (12%) auf einem relativ niedrigen Niveau. Das Futter der Waldweiden als auch der abgestockten Flächen wies mit ca. 11% den geringsten Rohproteinanteil auf und liegt damit im Bereich von Extensivgrünland (BUCHGRABER und RESCH, 1998). Auffallend ist hohe Gehalt an N-freien Extraktstoffen, der im Futter der Waldweideflächen einen mit  $\bar{\emptyset}$  550g/kg TM besonders hohen Wert erreicht. Hingegen liegen die Rohaschegehalte mit weniger als 90g/kg TM (bei den abgestockten Flächen sogar <70g/kg TM) auf einem äußerst niedrigen Niveau.

Im Hinblick auf die geringen Energiegehalte ist allerdings zu berücksichtigen, daß es sich bei den untersuchten Futterproben um unselektiertes Material handelt. In der Praxis selektieren die Weidetiere je nach Weidemanagement mehr oder weniger stark und nehmen dadurch Futter auf, das in seiner Zusammensetzung vermutlich höhere Verdaulichkeits- und Energiewerte aufweist, als der gesamte Bestand. 1995 wurde daher das gemerntete Futter nach fachlichen Kriterien aufgetrennt und jene Pflanzen, die als giftig sowie nicht oder nur ungerne gefressen bekannt sind, aussortiert. Dabei wurden auf den Reinweideflächen  $\bar{\emptyset}$  11% (2-18) des TM-Ertrages als nicht verwertbar eingestuft, auf den Waldweideflächen sogar  $\bar{\emptyset}$  38% (26-51)! Die „Selektionsverluste“ auf den abgestockten Flächen betragen  $\bar{\emptyset}$  14% (3-34).

## 4. Zusammenfassung

Im Rahmen des Steirischen Almprojektes wurden auf insgesamt 7 Standorten umfangreiche Untersuchungen zur Produktivität von Reinweiden, Waldweiden und abgestockten Flächen durchgeführt. Verglichen mit dem Ertragsniveau von Reinweiden betrug jenes der abgestockten Flächen weniger als 50%, das der Waldweiden nur 12 %. Unter Einbeziehung der Futterqualität, sinkt die Produktivität der Waldweiden auf Basis des Energieertrages im Vergleich zu den Reinweiden auf einen Wert von  $\bar{\emptyset}$  8 % ab. Diese Ergebnisse zeigen grundsätzlich die Notwendigkeit der Einbeziehung der Futterqualität als einen ganz wesentlichen Aspekt für die tatsächliche Verwertbarkeit des Futters.

Viele der heute akut anstehenden Probleme auf Almen, wie mangelnde Produktivität oder Verunkrautung sind aber wohl weniger den ungünstigen und oft rauen Witterungsbedingungen als vielmehr mangelnder Bereitschaft (oder Möglichkeiten) hinsichtlich Pflege, Unkrautbekämpfung, Düngungs- und Weidemanagement zuzuschreiben. Abgesehen von Niederalmen liegt vielfach eine zu geringe Besatzdichte vor, die Weidetiere selektieren den Pflanzenbestand dadurch schärfer und beweidern ständig die bevorzugten Bereiche. Zudem tritt häufig gerade auf den besten Almflächen eine Lägerflora auf, die sich in weiterer Folge immer stärker ausbreitet. Abhilfe kann hier nur eine konsequente Koppelteilung zur gezielten Steuerung der Beweidung und damit gleichzeitig einer gleichmäßigeren Verteilung der anfallenden Wirtschaftsdünger schaffen. Nur damit kann es gelingen, größere Bereiche von Almen wieder nachhaltig zu nutzen, langfristig zu verbessern sowie zu erhalten und damit auch deren Multifunktionalität zu sichern.

## 5. Literatur

- BRUGGER, O. und R. WOHLFARTER, 1983: Alpwirtschaft heute. Leopold Stocker Verlag, Graz-Stuttgart, 268 S.
- BUCHGRABER, K. und R. RESCH, 1997: Der Futterwert und die Grundfutterbewertung des alpenländischen Grünlandfutters in Abhängigkeit vom Pflanzenbestand, von der Nutzungsfrequenz und der Konservierungsform. Alpenländisches Expertenforum "Grundfutterqualität und Grundfutterbewertung", BAL Gumpenstein, 7-18
- BUCHGRABER, K., 1998: Nutzung und Konservierung des Grünlandfutters im Österreichischen Alpenraum. Habilitationsschrift, eingereicht an der Universität für Bodenkultur, Wien
- BUCHGRABER, K., R. RESCH, L. GRUBER und G. WIEDNER, 1998: Futterwerttabellen für das Grundfutter im Alpenraum. ÖAG-Sonderbeilage des Fortschrittlichen Landwirtes, 4/97, 12 S.
- CHYTIL, K., 1994: Gemeinsames Forschungsprojekt der BAL Gumpenstein und des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung zu Fragen der Almwirtschaft. Alm- und Bergbauer 44, Folge 5, 206-215
- DOMES, N., 1936: Die klimatisch bedingte Abnahme des Ertrages von Wald und Weide im Gebirge. Verlag von Carl Gerold's Sohn, Wien und Leipzig, 256 S.
- GINDL, G. und H. WILHELM, 1994: Qualitätsheu durch Belüftung. ÖAG-Sonderbeilage des Fortschrittlichen Landwirtes, 1/94, 8 S.
- GRUBER, L., T. GUGGENBERGER, A. STEINWIDDER, A. SCHAUER, J. HÄUSLER, R. STEINWENDER und M. SOBOTIK, 1998: Ertrag und Futterqualität von Almfutter des Höhenprofils Johnsbach in Abhängigkeit von den Standortfaktoren. Alpenländisches Expertenforum "Zeitgemäße Almbewirtschaftung sowie Bewertung von Almflächen und Waldweiden", 24.-25.3.1998, BAL Gumpenstein, 63-94
- PÖTSCH, E.M., K. BUCHGRABER und F. BERGLER, 1998: Ertrag und Futterqualität von Alm- und Waldweiden als Grundlage für die Durchführung von Wald-Weide-Trennverfahren - Bewertungsmodelle. Alpenländisches Expertenforum "Zeitgemäße Almbewirtschaftung sowie Bewertung von Almflächen und Waldweiden", 24.-25.3.1998, BAL Gumpenstein, 95-110
- SCHECHTNER, G., 1976: Neue Erkenntnisse in der Grünlandwirtschaft. Ber. über das 22. Wiener Seminar 'Fütterungsfragen': "Neue Wege der Beratung mit besonderer Berücksichtigung der Milchviehhaltung". Mitt. Tierzucht und Fütterung, Nö LLWK, Wien
- SCHECHTNER, G., 1978: Produktionstechnische Voraussetzungen für Bergbauern. Der Alm- und Bergbauer, 28. Jahrgang, Folgen 3 und 4, 56-70, 121-137
- SCHECHTNER, G., 1993: Wirksamkeit der Kalkdüngung auf Grünland. Die Bodenkultur, Band 44, Heft 2, 135-152
- TILLEY, J.M.A. and R.A. TERRY, 1963: A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. Journal of British Grassland Society 18, 2; 104-111

# Winteraußenhaltung und Nährstoffakkumulation

von

W. Opitz von Boberfeld

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

## 1. Einleitung

Fehlender Zuwachs an Weidefutter, Narbenschäden und Nährstoffanreicherungen in bestimmten Weidebereichen charakterisieren die Problematik der Winteraußenhaltung. Damit stellt die Winteraußenhaltung spezifische Ansprüche an den Standort, es werden insbesondere trittfeste Flächen gefordert. Die mangelnde Verfügbarkeit trittfester Flächen begrenzt hierzulande offenbar am stärksten die Durchführung der Winterweide (DEBLITZ et.al. 1993). Ist winterlicher Weidegang nicht möglich, so bietet sich für Winterweiden als Alternative auch für Mutterkühe und Fleischrinder die Pferchhaltung, Acker- oder Strohperch, an. Bei Pferchhaltung und Winterweiden kommt es auf Futtereinschließlich Tränkeplätzen und Liegebereichen zu hohen Tierdichten. Die teilflächenspezifisch hohen Besatzdichten führen zu vollständiger Zerstörung der Narbe, darüber hinaus kommt es an diesen Punkten verstärkt zur Ablagerung von Exkrementen. Daraus ergeben sich folgende Fragen:

- welche Nährstoffe werden in welchem Maße angereichert,
- wie groß sind die Varianzen und
- was läßt sich basierend auf den Varianzursachen effizient als Gegenmaßnahme organisieren?

## 2. Material und Methodik

Beprobte wurden verschiedene Winterweiden im Westerwald in 500 m über NN, Bodentyp pseudovergleyte Parabraunerde mit einem pH-Wert von 4,8 und mehrere Strohperche im Hunsrück in 400 m über NN, Bodentyp Ranker-Braunerden mit einem pH-Wert von 6,0. Die Böden der Winterweiden, vgl. Abb. 1 und 2, wurden Mitte März sowie die der Strohperche und der entsprechenden Kontrollen, vgl. Abb. 3 und Übersicht, wurden nach der Beseitigung des Mistes beprobt. Unmittelbar nach der Probenahme mit dem Pürkhauer-Bohrstock erfolgte die Extraktion für  $\text{NH}_4$  und  $\text{NO}_3$  in 1 N  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ; die Extrakte wurden dann konserviert und auf  $\text{NH}_4$  sowie  $\text{NO}_3$  untersucht (ANONYMUS 1990). P und K wurde quantitativ in einem Calcium-Acetat-Laktat-Auszug erfaßt (ANONYMUS 1991).

## 3. Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Winterweiden

Aus den in Abb. 1 und 2 abgetragenen Funktionen geht hervor, daß es in Abhängigkeit zur Entfernung vom Futterplatz zu signifikanten  $\text{NH}_4$ -N- und K-Anreicherungen kommt. Für  $\text{NO}_3$ -N und P läßt sich das nicht feststellen. Die hohen  $\text{NH}_4$ -N- und K-Mengen beschränken sich auf einen Radius von ca. 20 m um das Zentrum der Futterplätze. Bezogen auf den Futterplatz sind die größten  $N_{\min}$ -Mengen in der Bodenschicht 0 - 30 cm lokalisiert; lediglich bei der Sommerweide sind größere  $N_{\min}$ -Mengen noch in



tiefer gelegenen Bodenschichten vorhanden. Auf den seit mehr als fünf Jahren nicht rotierenden Futterplätzen wurde stets lediglich Stroh und Heu angeboten. Im Winter wurde Silage mit einem Futterverteilerwagen auf ständig wechselnde Teilflächen breitflächig ausgebracht.

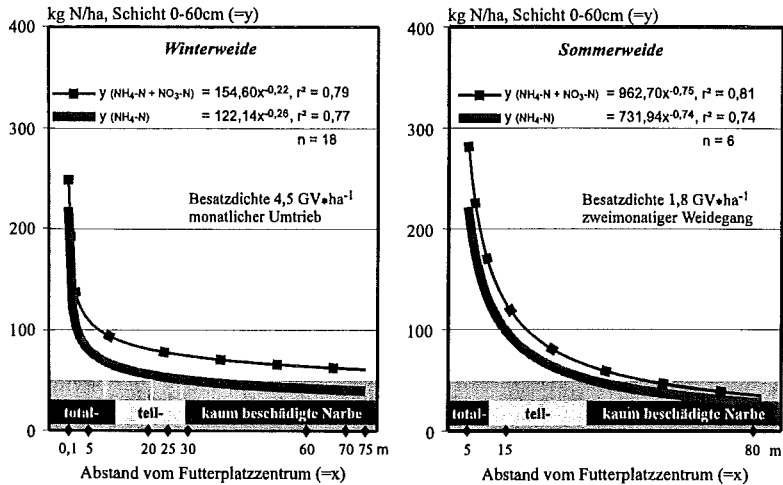


Abb. 1: **NH<sub>4</sub>- und NO<sub>3</sub>-Mengen (=y)** bei Winter- oder Sommerweide in Abhängigkeit von der Entfernung vom Futterplatz (=x)

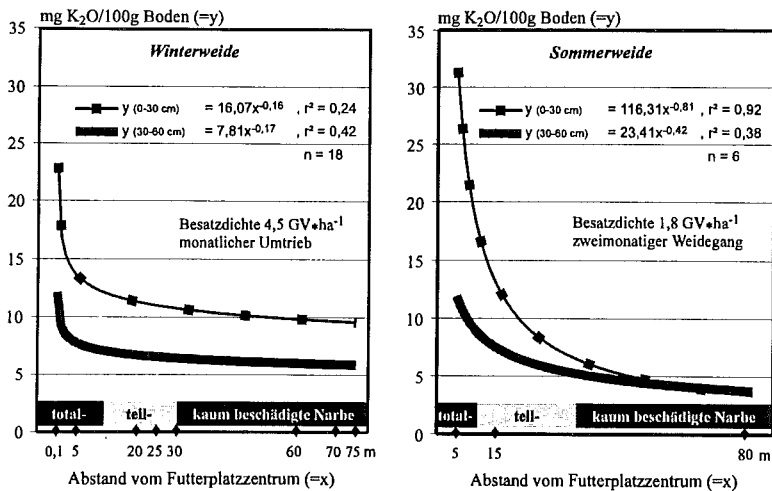


Abb. 2: **K<sub>2</sub>O-Mengen (=y)** in den Schichten 0-30 und 30-60cm bei Winter- oder Sommerweide in Abhängigkeit von der Entfernung vom Futterplatz (=x)

Stationäre, nicht befestigte Futterplätze führen auf Winterweiden zu erhöhten  $N_{\min}$ - und K-Akkumulationen. Der räumliche Wechsel von Futterplätzen in Verbindung mit optimal dosierter Einstreu und anschließender Nachsaat dieser Problembereiche bietet sich als Regulativ an. Prinzipiell gilt für Tränkeplätze das, was bei den Futterplätzen zu geschehen hat. Liegeplätze müssen einen trockenen, isolierten Untergrund aufweisen und windgeschützt plaziert sein. Windschutz und trockener Boden gestatten einen regelmäßigen räumlichen Wechsel der Liegeplätze in der Regel nicht. Die lokal fixierten Liegebereiche zwingen zu ausreichender Einstreu, womit sich ein Nährstoffrückhalteeffekt erreichen läßt (DEWES et al. 1991, 1993, MÖLLER und HOCHBERG 1996, ZUBE 1997).

### 3.2 Strohperche

Übersicht: Pferchbedingungen

Pferch	I	II	III	IV
Pferchzeit (Monate)	4,0	6,5	4,5	5,0
Besatzdichte ( $GV \cdot a^{-1}$ )	3,6	3,4	3,4	5,6
Einstreu ( $kg \cdot GV^{-1} \cdot Tag^{-1}$ )	21,3	19,3	19,3	15,9
Mist-Endstapelhöhe (cm)	60	35	50	35

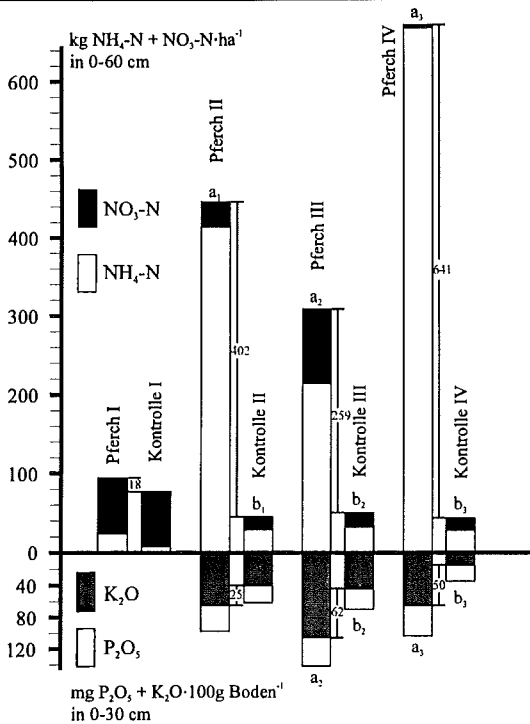


Abb. 3: Nährstoff-Mengen der Strohperche und angrenzender Bereiche (= Kontrolle) unter variierenden Bedingungen

Die in Abb. 3 abgetragenen Daten und ergänzenden Erläuterungen der dazugehörigen Übersicht zeigen, daß in Abhängigkeit von Einstreumengen, Pferchdauer und Besatzdichte ein Effekt auf die  $NH_4-N$ -, P- und K-Akkumulation ausgeht. Von ARNDT (1995) wurden die Daten zum Pferch I einschließlich der Kontrolle erhoben. Abgesehen von dem erstmaligen Pferchen bei Pferch I und IV wurde stets jährlich auf der gleichen Fläche gepfercht. Zu den in der Übersicht wiedergegebenen Einstreumengen ist anzumerken, daß sie ganz beachtlich sind und etwa der doppelten Einstreu von Tiefställen entsprechen; ein Teil davon hat auch als Futter gedient, eine verlässliche Aufteilung der Gesamtmenge in Futter und Einstreu ist nicht möglich.

Ausreichende Einstreu, eine Begrenzung der Pferchzeit, jährlich

räumlicher Wechsel sowie Ansaaten von Arten mit rascher Entwicklung (*Lolium multiflorum*, *Brassica napus*, *Sinapis alba*) unmittelbar nach der Mistbeseitigung sind hier wirksame Regulative. Aufgrund des beträchtlichen Bedarfes an Einstreu ist auf kostengünstiges Material zurückzugreifen, das u.U. sogar als Folge des Vertragskultur-(Natur-)Schutzes von Extensivgrünland anfällt und auf diese Weise günstig "entsorgt" werden kann (LUICK 1996). Als Maßnahme zur Einsparung von Einstreu dient auch Weidegang bei gefrorenem Boden. Beim Strohperch ist nach der Strategie zu verfahren: so wenig Pferchtage wie möglich, so viele Pferchtage wie nötig (ARNDT 1995).

#### 4. Zusammenfassung

Die Winteraußenhaltung läßt sich variabel gestalten, maßgebend sind die Bodenverhältnisse. Auf Winterweiden kommt es in Bereichen mit längerfristig erhöhter Tierdichten zu Anreicherungen an Ammonium und Kalium. Als Regulativ bieten sich räumlicher Wechsel von Futter- und Tränkeplätzen sowie in Liegebereichen ausreichende Einstreu an. Im zeitigen Frühjahr sind Winterweiden nachzusäen. Auf Strohperch kann es bei restriktiver Einstreu, ausgedehnter Pferchdauer, hohen Besatzdichten und Verzicht auf jährlich räumlichen Wechsel des Pferchplatzes zu Anreicherungen an Ammonium, Kalium und sogar Phosphat kommen. Zur Sicherung nach dem Abräumen des Mistes ist eine Aussaat mit sich rasch entwickelnden Arten vorzunehmen. Winteraußenhaltung stellt a priori keine untolerierbare Belastung der Umwelt aufgrund unbeherrschbarer Nährstoffakkumulationen dar.

#### 5. Literatur

- ANONYMUS, 1990: Nitrat- und Ammoniumbestimmung auf einem Alpkem/Perstorp-Autoanalyzesystem. Solicylat-Methode nach Alpkem RFA, Wilsonvill, Oregon/USA, Methode Nr. A 303, 21-22.
- ANONYMUS, 1991: Bestimmung von pflanzenaufnehmbaren Hauptnährstoffen. Phosphor und Kalium im CAL-Auszug. Methodenbuch 1, Die Untersuchungen von Böden. 4. Aufl., Verl. VDLUFA, Darmstadt, A 6.2.11, 1-14.
- ARNDT, S., 1995: Bericht über einen Praxis-Versuch zur Rinderfreihaltung im Pferch über Winter. Hrsg.: Lehr- u. Versuchsanstalt für Landw. Weinb. Hausw., Ahrweiler/Mayen, 1-8.
- DEBLITZ, C., M. RUMP, S. KREBS und U. BALLIET, 1993: Beispiele für eine standortangepaßte Mutterkuhhaltung in Ostdeutschland. Der Tierzüchter 43, 24-27.
- DEWES, T., E. AHRENS und O. WILLING, 1991: Sickersaft-Austrag und Stickstoff-Fracht aus Mistmieten. J. Agron. Crop Sci. 166, 145-151.
- DEWES, T., E. AHRENS und C. KOCH, 1993: Stickstoff-Eintrag und -Verbleib im Boden unter offenen und abgedeckten Mistmieten. J. Agron. Crop Sci. 170, 73-83.
- LUICK, R., 1996: Extensive Rinderweiden. Z. Naturschutz u. Landschaftsplanung 28, 37-45.
- MÖLLER, B. und H. HOCHBERG, 1996: Erste Erfahrungen zur Winterdraußenhaltung von Fleischrindern im Mittelgebirge. Hrsg.: Verband Förderung extensiver Grünlandwirtschaft, Berlin. Schriftenreihe: Freilandhaltung von Rindern im Winter, 12-15.
- ZUBE, P., 1997: Mutterkühe brauchen keine Hütte. Bauernzeitung, Wochenbl. Thüringen 38 (6), 34.

# Futterqualität und Zuwachsleistung auf einer ganzjährig beweideten Rinderweide im westlichen Albvorland

Thomas Jilg

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft Aulendorf  
und Rainer Luick

Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz Singen

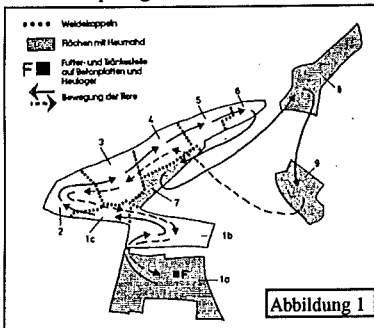
## 1. Einleitung

Die Beweidung von brachgefallenen landwirtschaftlichen Nutzflächen im Rahmen der Landschaftspflege gewinnt immer mehr Bedeutung. Um Kosten zu senken bietet sich bei geeigneten Standorten die ganzjährige Außenhaltung an (BUCHWALD 1994). Dieses Verfahren ist besonders dann interessant, wenn keine Betriebsgebäude für die Winteraufstallung zur Verfügung stehen.

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Standort, Nutzungsgeschichte und Viehbesatz

Die untersuchte Rinderweide (Abbildung 1) in Zillhausen liegt im westlichen Albvorland bei Balingen (Zollernalbkreis). Die Nutzungsgeschichte ist sehr differenziert. So wurden Teile ursprünglich als Ackerland, Allmende, Wiese genutzt. Die Weideflächen sind in 9



Koppeln unterteilt. Die Koppel 1 wird vom November bis April als Winterweide genutzt. Die Koppeln 2 - 9 werden abhängig von Größe und Aufwuchs von April bis November zweimal beweidet. Dort wird im Winter auf einer Betonplatte zugefüttert. Die Weide dient 9 Gallowaykühen, 3 Hinterwälderkühen und einem Gallowaybullen sowie deren Kälber als Futtergrundlage. Die Besatzstärke im gesamten Weideprojekt mit 32 ha beträgt ca. 0,4 GV/ha. Die Weide ist als Umtriebsweide mit langen Standzeiten einzuordnen.

### 2.2 Vegetationskundliche Beschreibung

Die Winterweidefläche ist S-exponiert und weist im Oberhang steile, im Unterhang flachere Bereiche auf, die von Verebnungen unterbrochen sind. Das terrassierte Relief geht in starkem Maße auf die bis vor wenigen Jahrzehnten betriebene Ackernutzung zurück. Entlang eines Feuchte- und Nährstoffgradienten finden sich vom Ober- zum Unterhang als vorherrschende Vegetationsbestände: versauende Halbtrockenrasen, Salbei-Glatthaferwiesen-Bestände (teils mit Versaumungs- und Störzeigern), montan geprägte Glatthaferwiesen mit Goldhafer, Kohldistel-Glatthaferwiesen-Bestände (teils mit Störzeigern) sowie Versaumungs- und Verbuschungsbereiche mit Schlehe, Fiederzwenke und Steinklee.

### 2.3 Ertragsermittlung, Futterwertbestimmung

Entsprechend der Weideführung im Untersuchungsjahr wurde vor Weidebeginn in den einzelnen Koppeln repräsentative Proben, unter Berücksichtigung der Flächencharakteristika, entnommen. Jede Einzelprobe entspricht den Durchschnittswerten aus 4 jeweils 1

qm großen Stichprobenflächen. Zur Bestimmung der Futterwertigenschaften wurde eine Stichprobe aus dem Ertragsgut nach dem Weender Verfahren und nach MENKE & STEINGASS (1987) analysiert. Der Verdauungsversuch wurde nach GEH (1991) durchgeführt.

### 3. Ergebnisse

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse der Futteruntersuchungen dargestellt. Die durchschnittlichen Rohproteingehalte über das Jahr betrugen 10,8 %, die Rohfasergehalte 29,9 % und die Energiegehalte 4,75 MJ NEL/kg TS. Die höchsten Rohprotein- und Energiegehalte mit 16,3 % bzw. 5,96 MJ NEL/kg TS wurden im April, die niedrigsten mit 8,2 % Rohprotein bzw. 3,00 MJ NEL/kg TS wurden im Februar gemessen. Aufgrund des Standorts muß von einer schnellen Erwärmung des Bodens im Frühjahr und damit von einer schnellen Verbesserung der Futterqualität ausgegangen werden. Die Phosphorgehalte liegen mit durchschnittlich 1,5 g/kg TS weit unter den Anforderungen des Rindes.

Die niedrigen Verdaulichkeiten auf der Winterweide mit 45 bis 60 % korrespondieren mit niedrigen Energiegehalten von 3,0 bis 4,5 MJ NEL/kg TS. Auf der Winterweide wurde infolge der niedrigen Energiegehalte konsequent mit auf Teilflächen (Abbildung 1) geworbenem Heu und Öhmd zugefüttert.

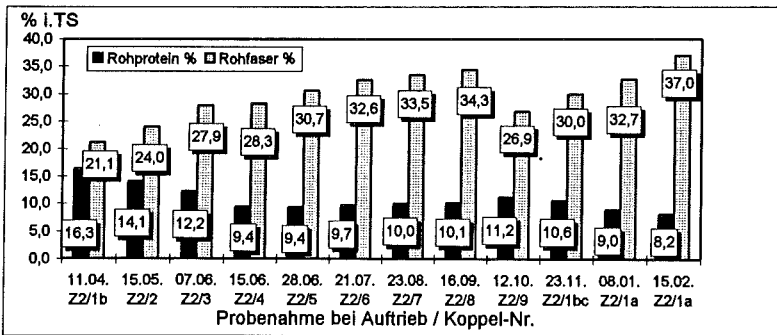
**Tabelle 1: Weidestandort Zillhausen: Futtervorrat auf der Weide und Ergebnisse der Futteruntersuchungen (in TS)**

	Futtervorrat	XP	XF	XA	P	Ca	K	NEL	VQOS
	t TS/ha	%	%	%	%	%	%	MJ/kg TS	%
Mittelwert	1,6	10,8	29,9	8,4	0,15	1,05	1,60	4,75	60,0
Std.abw.	0,9	2,3	4,5	1,5	0,03	0,14	0,6	1,0	8,5

TS= Trockensubstanz; XP, XF, XA = Rohprotein, Rohfaser, Rohasche;

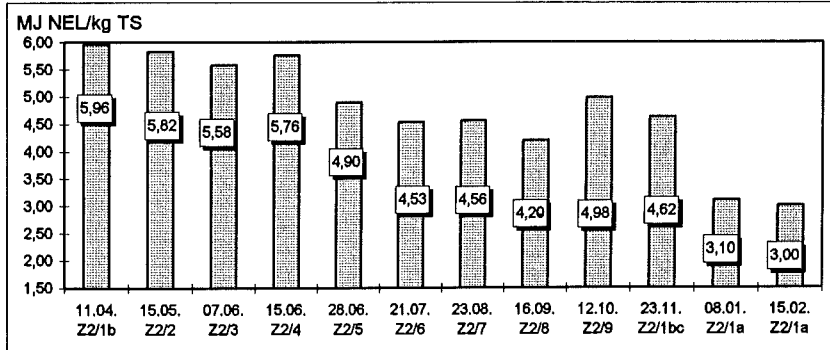
VQOS = in vitro-Verdaulichkeit der organischen Substanz, NEL = Netto-Energie-Laktation

In Abbildung 2 sind die Rohprotein- und Rohfasergehalte der einzelnen Koppeln bei der Beweidung dargestellt.



**Abbildung 2: Rohprotein- und Rohfasergehalte im Jahresverlauf auf den einzelnen Koppeln in Zillhausen im Jahr 1994/95**

Die Rohproteingehalte lagen ab Mitte Juni auf dem Niveau von etwa 10 % i.TS. Die Rohfasergehalte lagen mit Ausnahme der Monate April, Mai, Juni, Oktober auf einem sehr hohen Niveau von über 30 % i.TS. Die Futterbestände sind dementsprechend als überständig zu bezeichnen. Die Rohproteingehalte des Futters sind für ein Leistungsniveau von weniger als 10 kg Milch/Tag ausreichend.



**Abbildung 3: Energiegehalt des Weidefutters auf den Koppeln in Zillhausen zum Zeitpunkt der Beweidung im Jahr 1994/95**

Abbildung 3 zeigt die Energiegehalte der Futterbestände auf den einzelnen Koppeln bei der Beweidung. Demnach erfolgt ein erheblicher Rückgang in der Energiedichte vom April bis zum Winter hin. Ab Juli bis zum Vegetationsbeginn des nächsten Jahres ist die Energiedichte mit Ausnahme des Oktobers unzureichend. Die Weidetiere können aber durch die Möglichkeit der Futterselektion ihren Bedarf decken.

Von Koppel 1a wurden im November größere Futtermengen des für die Winterweide vorgesehenen Futters für einen Verdauungsversuch geerntet. Die Ergebnisse des Verdauungsversuchs (Tabelle 2) zeigen, daß der Energiegehalt tatsächlich sehr niedrig ist.

**Tabelle 2: Ergebnisse des Verdauungsversuchs, Winterweide Zillhausen  
Koppel 1a, Ernte im November**

	Nährstoffgehalte und Verdaulichkeit beim Schaf						ME	NEL
	organische Substanz	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	NfE	Bruttoenergie	MJ/kg TS	MJ/kg TS
Gehalt, g/kg TS	901	89	16	395	399	17,9		
Verdaulichkeit, %	54,0	51,7	45,9	54,9	54,0	52,2	7,26	4,07
± s	2,0	2,3	12,4	2,8	1,1	1,8	0,29	0,19

Im Verdauungsversuch wurde eine Verdaulichkeit der organischen Substanz von 54 % ermittelt. Der Gehalt an Umsetzbarer Energie (ME) betrug 7,26 MJ/kg TS. Der NEL-Gehalt, bei dem die Wärmeverluste berücksichtigt sind, beträgt 4,07 MJ/kg TS. Dieser Energiegehalt ist für Kühe, insbesondere für laktierende, viel zu niedrig. Um die Energiedichte der Futterrationen auf Werte von über 5 MJ NEL/kg TS anzuheben, muß der Anteil des energiereicheren Beifutters je nach Energiedichte des Beifutters 40 bis 60 %

betragen. Dies gilt insbesondere für die zweite Winterhälfte, in der die Selektion nur noch eingeschränkt möglich ist.

In Tabelle 3 sind die Wachstumsleistungen der Kälber auf der Zillhausener Weide aufgeführt. Die Ergebnisse mit wenigen Kälbern zeigen schon, daß die Kälber der Rasse Hinterwälder deutlich höhere Zunahmen erreichten im Vergleich zu den Gallowaykälbern. Bei den Bullenkälbern betrug der Unterschied in den täglichen Zunahmen über 300 g pro Tag. Es ist aber zu berücksichtigen, daß die Daten aus verschiedenen Jahren stammen. Aus den Ergebnissen wird die Leistungsfähigkeit der Hinterwälderrinder auf mageren Standorten deutlich.

**Tabelle 3: Zuwachsleistungen der Kälber auf der Extensivweide in Zillhausen bis zur Zwischenwiegung**

<b>Hinterwälderkälber</b>			
<b>Geschlecht</b>	<b>Alter, Tage</b>	<b>Lebendmasse, kg</b>	<b>Zunahmen im Wiegeabschnitt<sup>1</sup></b>
männlich n=4	174	206	1008
weiblich n=1	211	200	829
<b>Galloway</b>			
männlich, n=4	291	220	704
weiblich, n=3	264	216	781
<sup>1</sup> Geburtsgewicht 25 kg			

#### **4. Zusammenfassung**

Winteraußenhaltung auf der Weide ist auch unter den Bedingungen in Baden-Württemberg möglich wenn die Besatzstärke niedrig (unter 0,6 GV/ha) und der Boden durchlässig für Niederschlagswasser ist. In der zweiten Winterhälfte und bei Schnee ist eine Zufütterung notwendig. Außerdem ist auf eine Ergänzung mit Mineralstoffen, insbesondere bei Phosphor zu achten.

Für die Winteraußenhaltung ist das aus dem Feldberggebiet im Schwarzwald stammende Hinterwälderrind gleichermaßen geeignet wie das Gallowayrind, wenn Zufütterungsmöglichkeiten gegeben sind. Hinterwälderkälber übertreffen die Gallowaykälber in der Zuwachsleistung.

#### **5. Literatur**

- BUCHWALD, J. (1994): Extensive Mutterkuh- und Schafhaltung. KTBL Schriftenreihe Nr.358
- GEH (1991): Leitlinien für die Bestimmung der Verdaulichkeit von Roh Nährstoffen an Wiederkäuern. J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr. **65**, 229-234.
- LUICK, R. (1997): Erhaltung, Pflege und Entwicklung artenreicher Grünlandbiotope durch extensive Beweidung mit leichten Rinderrassen. Forschungsbericht Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz (ILN) Singen.
- MENKE, K.H. und H. STEINGASS (1987): Schätzung des energetischen Futterwerts aus der in vitro mit Pansensaft bestimmten Gasbildung und der chemischen Analyse. II. Regressionsgleichungen. Übers. Tierernährg. **15**: 59-94.

# Stickstoffflüsse bei Freilandhaltung von Mutterkühen im Winter

von

Gunter Ebel und Andreas Milimonka

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

## 1 Einleitung

Aus Kostengründen sind viele Mutterkuhhalter gezwungen, winterliche Freilandhaltung zu betreiben. Nach ersten Erfahrungen halten sich die Tiere dabei sehr häufig im Bereich der Tränke und Zufutterstelle auf (ZUBE 1996). Die Folge ist ein konzentrierter Exkrementrückfluß und ein hohes Risiko an Nährstoffverlusten. Zur Verringerung des Risikos der Stickstoffverlagerung unter den häufig aufgesuchten Bereichen ist das Anlegen einer Einstreumatte aus Stroh in diesen Bereichen denkbar.

## 2 Material und Methoden

Zur Überprüfung der Wirkung einer Strohmatten auf die Verringerung des mineralischen Bodenstickstoffes unter häufig aufgesuchten Bereichen (Zufutterstellen und Ruheplätzen) während der winterlichen Freilandhaltung mit Mutterkühen, wurde ein Versuch in Teufelshof (Bundesland Brandenburg) durchgeführt. In Tabelle 1 sind die Faktoren und Stufen ersichtlich. Der Versuchsstandort (Dauergrünland mit den Hauptbestandsbildnern

Tabelle 1: Faktoren und Stufen des Versuches

Faktoren	Stufen
A: Stroheinstreu (3,5 kg / Kuh * d)	a1: mit (Koppel A) a2: ohne (Koppel B)
B: Bereich	b1: Freßbereich b2: Ruhebereich

Wiesenrispe, Quecke und Löwenzahn) befindet sich in der Übergangslage Havelländisches Luch und Nauener Platte. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge liegt bei 520 mm und die durchschnittliche Jahrestemperatur bei 8,6°C. Der Humusgehalt in der Bodenschicht 0-30 cm beträgt 13 % und der pH-Wert liegt bei 7,5. Zu Versuchsbeginn enthielt der Boden in der Schicht 0-30 cm 5,2 g / m<sup>2</sup> an mineralischen Stickstoff.

Je Koppel wurden 6 Mutterkühe und 5 Kälber der Rasse Hereford auf je ca. 0,5 ha großen Flächen im Zeitraum Anfang Dezember 1997 bis Ende April 1998 gehalten. Heu und Stroh konnten die Tiere ad libitum aufnehmen. Es stand im Verhältnis 80 zu 20 zum Angebot. Die Tiere nahmen in beiden Koppeln von Heu und Stroh ca. 9 kg / Mutterkuh und Tag auf. Die Futteraufnahme wurde aus dem bereitgestellten Futter und den Futterverlusten geschätzt. Die Futterverluste wurden aus dem Verhältnis Stroheinstreu zu Mist abgeleitet, mit der Annahme, daß das bereitgestellte Heu im selben Verhältnis wie das Stroh den Exkrementstickstoff und Wasser aufnimmt. Die Bestimmung der aus den Futterverlusten entstandenen Mistmenge erfolgte über Wägung.



Die Einrichtung der Strohmatte erfolgte auf Koppel A in 10 m Entfernung von der Futterstelle (Freßbereich). Neben der eingerichteten Strohmatte entstand durch die Futterverluste (diese entsprechen hier dann auch der Einstreumenge Heu) auf beiden Koppeln je eine weitere Streumatte. Die Menge des im Einstreu gebundenen Stickstoff wurde aus dem Stickstoffgehalt und dem Gewicht der Mistmatte minus des N-Gehaltes im Einstreu ermittelt. Die Analyse des N-Gehaltes im Einstreu erfolgte vier mal während der Versuchsperiode. Der N-Gehalt im Mist wurde am Ende der Versuchsperiode je Mistfläche von 4 Proben untersucht. Der Ort und die Größe des Ruheplatzes auf der Koppel B (ohne Einstreu) konnte aus den Tierbeobachtungen abgeleitet werden.

Die Schätzung der Menge des auf die Bereiche zurückfließenden Stickstoffs erfolgte über Tierbeobachtungen. An 6 gleichmäßig über die Versuchsperiode verteilten Terminen wurde die Exkrementabgabe jeweils bei einem Tier je Koppel über die Tageslichtperiode aufgezeichnet.

Die Proben zur Analyse des mineralischen Bodenstickstoffgehaltes wurden an 5 Terminen und am Versuchsende, unmittelbar nach dem Räumen der Mistmatten in 4facher Wiederholung je Probenahmeort aus den Tiefen 0-30 cm, 30-60 cm und 60-90 cm gewonnen. Die Bodenproben wurden tiefgefroren zwischengelagert und im Labor nach CaCl<sub>2</sub>-Aufschluß colorimetrisch auf NO<sub>3</sub><sup>-</sup> und NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Stickstoff untersucht.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Die Tiere nahmen über das Futter ca. 136 kg Stickstoff je Koppel auf. Bei einer angenommenen Retention von 10 % wurden ca. 123 kg Stickstoff je Koppel wieder ausgeschieden. Aus den Ergebnissen der Tierbeobachtung konnte der Anteil des auf die Streumatten abgegebenen Stickstoffs ermittelt werden. Auf Koppel A setzten die Tiere etwa 50 % und auf Koppel B 13 % des Exkrementstickstoffs auf den Streumatten ab (Tab. 2). Mit 80 % war der Exkrementstickstoffanteil am Ruheplatz und einem weiteren bevorzugten Platz auf Koppel B sehr hoch.

Die Menge der **Exkrementstickstoffbindung** in den Streumatten der Bereiche ist in der Tabelle 2, Zeile B dargestellt. Die im Freßbereich durch Futterverluste entstandene Matte konnte annähernd die gleiche Menge an Stickstoff aufnehmen wie die Strohmatte. Auf Koppel A wurden insgesamt 60 kg und auf Koppel B 16 kg Exkrement-N gebunden.

Tabelle 2: Exkrementstickstoffrückfluß und -bindung in den untersuchten Bereichen

	N <sub>i</sub> -Abgabe Exkreme- mente gesamt	Freßbereich Koppel A (a1b1)	davon Ruhebereich Koppel A (a1b2)	Freßbereich Koppel B (a2b1)
A Exkrement-N-Rückfluß über aufgenommene Futtermenge	123 kg	24 %	25 %	13 %
B Exkrementstickstoff- bindung / Matte		29 kg	31 kg	16 kg

Die **mineralischen Bodenstickstoffmengen** unter den Freß- und Ruhebereichen beider Koppeln zeigt Abbildung 1. Eine Differenzierung der N<sub>min</sub>-Werte zwischen den benannten Bereichen einer Koppel konnte nicht festgestellt werden. Auf Koppel B war

auch die Nitrifikation in den Bereichen b1 und b2 sehr ähnlich. Deshalb werden beide Bereiche je Koppel zusammengefaßt dargestellt. Auf Koppel A liegt der mineralische Bodenstickstoff im wesentlichen als Ammonium-N vor. Ein Anstieg der  $\text{NH}_4^+$ -N Mengen insbesondere in der oberen Bodenschicht ist während der Versuchsperiode zu erkennen. Ursache dafür war die Bildung von Sickersaft unter der Matte des Freßbereiches und der Strohmatte des Ruhebereiches. In Untersuchungen von DEWES et al. (1994) wurden unter Rindermistmieten in den Sickersäften überwiegend  $\text{NH}_4^+$ -N, an zweiter Stelle Norg-N und kaum  $\text{NO}_3^-$ -N Mengen nachgewiesen. Eine  $\text{NH}_4^+$ -N Verlagerung ist offensichtlich auszuschließen (Abbildung 1).

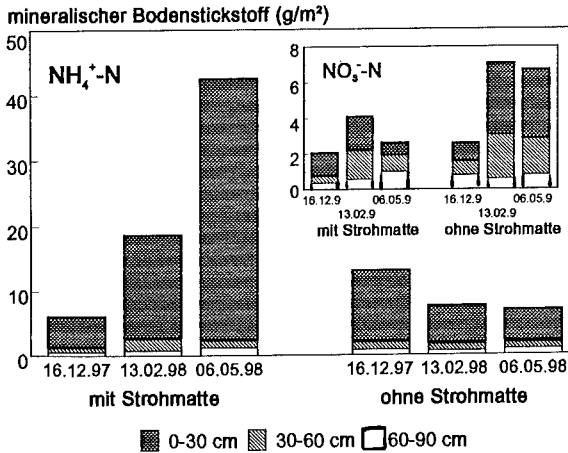


Abbildung 1: Mittelwert des mineralischen Bodenstickstoffs in den Freß- und Ruhebereichen der Koppel A (mit Strohmatte) und der Koppel B (ohne Strohmatte) in drei Bodentiefen

Weiterhin beschrieb DEWES et al. (1994), daß die Infiltrationsrate des Boden unter Mistmieten deutlich herabgesetzt ist und dadurch der Ammoniumstickstoff in der Nähe seiner Emissionsquelle, im Oberboden akkumuliert wird. Die Nitratstickstoffbildung und dessen Verlagerung ist unter den Matten gehemmt. Aufgrund der vollständigen Bedeckung gelangt wenig Sauerstoff in den Boden. Unter diesen Bedingungen sind die Mikroorganismen in der Lage, den organisch gebundenen Stickstoff zu Ammoniumstickstoff abzubauen. Die Nitrifikanten finden keine hinreichenden Umweltbedingungen mehr vor (MENGEL, 1991). Der Prozeß der Mineralisierung stoppte somit nach der Ammonifikation. Erst nach der Räumung der Matten, diese erfolgte am 06.05.98, ist eine Oxidation von  $\text{NH}_4^+$ -N zu  $\text{NO}_3^-$ -N und eine allmähliche Verlagerung des Nitratstickstoffes zu erwarten (DEWES et al., 1993; EBEL, 1995). Nach Abräumen der Matten muß es das Ziel sein, das Verlagerungsrisiko von  $\text{NO}_3^-$ -N zu verringern. Eine Nachsaat auf solchen Flächen wäre anzudenken.

In Koppel B (ohne Strohmatte) war eine Akkumulation von  $\text{NH}_4^+$ -N in diesem Maße nicht gegeben (Abb. 1). Offenbar war die aus Futterverlusten stammende Streumenge zu gering um den Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre stark einzuschränken und die Nitratbildung zu drosseln. Ein deutlicher Anstieg des Nitratstickstoffgehaltes war

vom Dezember bis zum Februar jedoch nicht in den nachfolgenden Monaten zu verzeichnen. Da in dem Zeitraum ab Mitte Februar weiterhin eine Exkrementabgabe in diesen Bereichen beobachtet wurde, sind die geringen und nicht steigenden mineralischen Bodenstickstoffgehalte offenbar durch Verluste zu erklären.

#### **4 Schlußfolgerung**

Winterliche Freilandhaltung mit Rindern birgt die Risiken der konzentrierten Abgabe der Exkremente an den Futterstellen und Ruheplätzen und die Zerstörung der Narbe in sich. Durch das Anlegen von Streumatten konnte in diesem Versuch bis zu 50 % des insgesamt abgegebenen Exkrementstickstoffes durch die Streumatte gebunden wurde. Je nach Witterung und Standort sind mindestens 4-5 kg Stroh / Rind \* Tag zu empfehlen. Höhere Strohmenge lassen auch höhere N-Bindungen und in der Folge geringere Nmin-Konzentration unter der Strohmatten erwarten.

An den Freßbereichen können hohe Mengen an Exkrementstickstoff durch eine Mattenbildung aus den Futtermitteln akkumuliert werden. Futtermittelverluste von 30 % wie in Koppel A sind nur zu akzeptieren, wenn das Stroh teurer zugekauft werden muß als sich Heu oder Schnittgut von Streuwiesen im eigenen Betrieb produzieren läßt. Der Einsatz von geeigneten Fütterungssystemen (z.B. Rundraufen) ermöglicht deutlich geringere Futtermittelverluste. Ein Einstreuen der Freßbereiche mit Stroh könnte die Akzeptanz dieser Bereiche als Ruhelager der Tiere offensichtlich erhöhen und somit die Exkrementstickstoffbindung durch das Streugut (Stroh und Futterreste) gegenüber den am Futterplatz sonst allein anfallenden Futterresten verbessern. Die Strohmatten sollte an einer windgeschützten Stelle eingerichtet werden, um die Annahme der Strohmatten durch die Tiere, auch bei ungünstiger Witterung zu fördern. Der gebundene Stickstoff in den Matten kann als Festmist in gewissem Umfang in den Nährstoffkreislauf des Betriebes zurückgeführt werden.

Inwieweit die Boden-N-Mengen unter der Strohmatten und den Freßbereichen durch einen zu etablierenden Pflanzenbestand (Folgekultur auf Ackerstandorten, Nachsaat bzw. Ansaat auf Grünland) aufgenommen werden kann, ist zu untersuchen. Aufgabe bleibt weiterhin, die Verlagerung von Nitratstickstoff in tiefere Bodenschichten über einen längeren Zeitraum nach der Mattenräumung zu untersuchen. Verlustgrößen wie Ammoniakverflüchtigung nach der Strohmattenräumung, Denitrifikation, und die zeitweilige Festlegung des Stickstoffs durch Immobilisierung sind mit zu betrachten.

#### **Literatur**

- DEWES, T. et al., 1993: Stickstoffeintrag und -verbleib im Boden unter offenen und abgedeckten Mistmieten, *J. Agronomy and Crop Science* 170, 73-83
- DEWES, T. et al., 1994: Deposition von Stickstoff und Kalium aus Stallmiststapeln in Böden unter langjährig genutzten Mistplätzen - *Agrobiol. Res.* 47, 2, S. 115-123
- EBEL, G. 1995: Quantitative Veränderungen des mineralischen Bodenstickstoffes unter verschiedenen Weidebereichen einer extensiv geführten Schafweide. Diplomarbeit, Berlin
- FRAME, J. 1992: *Improved Grassland Management*, Farming Press, Ipswich, 183-184
- MENDEL, K. 1991: *Ernährung und Stoffwechsel der Pflanzen* 7. Auflage; 1991, 295-398
- WHITEHEAD, D.C 1995: *Grassland Nitrogen*. CAB International, Wallingford, 71-78
- ZUBE, P. 1996: Winterliche Weidehaltung von Mutterkühen Anforderungen und Grenzen, in: *Referate und Poster der 40. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau*, Neuruppin, August 1996, 13-16

# **Winterliche Freilandhaltung von Mutterkühen gestalten**

von

Reinhard Priebe und Peter Zube

**Landesanstalt für Landwirtschaft des Landes Brandenburg  
Teltow/Ruhlsdorf**

## **1. Einleitung**

Ganzjährige Freilandhaltung von Mutterkühen hat auch in Deutschland in bedeutendem Umfang Eingang in die Praxis gefunden. Dafür sind ohne Zweifel ökonomische Aspekte ausschlaggebend. Angesichts unzureichender Eigenkapitalausstattung und der geringen ökonomischen Tragfähigkeit der Mutterkuhhaltung wird in ihr eine kapitalsparende und kostengünstige Alternative zur winterlichen Stallhaltung gesehen.

In der Öffentlichkeit wird die ganzjährige Freilandhaltung aber noch oft mit Argwohn verfolgt. Dabei richtet sich der Protest speziell gegen die winterliche Freilandhaltung. Häufig sehen sich Landwirte mit dem Vorwurf konfrontiert, diese Praxis verstoße gegen die Forderung des Tierschutzgesetzes nach verhaltensgerechter Unterbringung der Tiere. Im Mittelpunkt der Diskussion über die Tierverträglichkeit wird meist die Frage nach Notwendigkeit oder Entbehrlichkeit eines Unterstandes gestellt.

## **2. Material und Methoden**

Der Frage nach Notwendigkeit oder Entbehrlichkeit eines Unterstandes ist durch mehr-tägige Beobachtungen des Verhaltens von Jungrindern und Mutterkühen der Rassen Deutsch-Angus und Salers während verschiedener Winterperioden nachgegangen worden. Da winterliche Freilandhaltung von Mutterkühen in Deutschland überwiegend als Überwinterung an einer Futterstelle praktiziert wird, wurde durch Beobachtungen - unter Berücksichtigung spezifischer Betreuungsbereiche (Futterplatz, Tränke, Unterstand) - der Aufenthaltsort der Tiere lokalisiert und sich daraus ergebende Konsequenzen abgeleitet.

## **3. Ergebnisse**

Während der Beobachtungen in einer Herde von 31 Deutsch-Angus(DA)-Jungrindern (Tabelle 1) stand den Tieren ein an drei Seiten mit Windnetzen bespannter, nur an der Südseite offener, feldscheunenartiger Unterstand von 12 m Breite und 18 m Länge zur Verfügung. In unmittelbarer Nähe konnten die Tiere Heu aufnehmen. Selbst unter den widrigen Bedingungen einer ausgesprochen naßkalten Witterung mit Temperaturen bis  $-10^{\circ}\text{C}$  in der ersten und bis  $-13^{\circ}\text{C}$  in der zweiten Nacht hielten sich die Tiere 45 % bzw. 59 % der Gesamtzeit außerhalb des Unterstandes auf, und in der 2. Nacht lagen die Tiere mehr draußen als im Unterstand. Ausnahmslos alle draußen liegenden Tiere hatten ihren Liegeplatz auf Heuresten gefunden.

Die Beobachtungen hatten die Vermutung nahegelegt, daß noch weniger Tiere den Unterstand aufgesucht hätten, wäre dieser weiter vom Futterplatz entfernt gewesen. Diese Vermutung fand durch Beobachtungen vom 14. bis 17. 02. 96 in einer Deutsch-Angus-Mutterkuhherde einschließlich Nachzucht mit insgesamt 178 Tieren ihre Bestätigung (Abbildung 1).

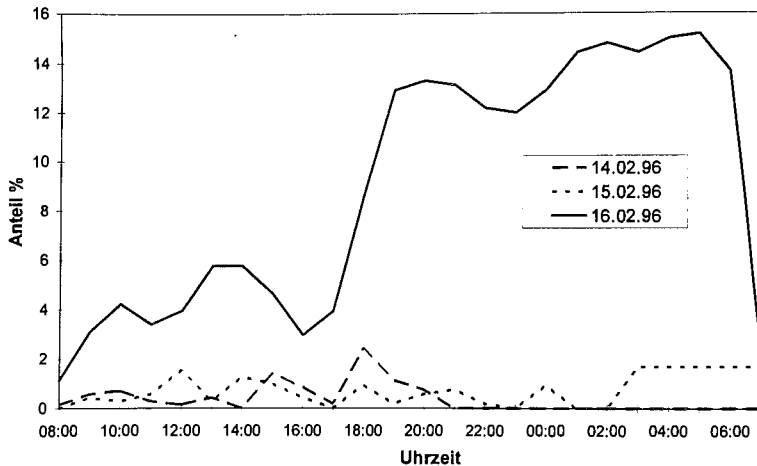
An den ersten beiden Tagen wurde etwa 200 m vom Unterstand entfernt Heu zugefüttert. Die Temperaturen lagen am Tage im Bereich von 0 bis - 3 °C, und in den Nächten fielen sie bis - 7 °C. Während am Tage ein schwacher Wind wehte, war in den Nächten eine ausgesprochen naßkalte Witterung mit böigen Winden und Schneetreiben vorherrschend. Unter diesen Bedingungen hielten sich die Tiere weniger als 1 % der Gesamtzeit im Unterstand auf.

Tab.1: Anteil des Aufenthaltes von Deutsch-Angus-Jungrindern in- und außerhalb des Unterstandes (% der Gesamtzeit), n = 31

Bezogen auf	Innerhalb des Unterstandes	Außerhalb des Unterstandes
<b>1. Nacht <sup>1)</sup></b>		
alle Tiere	55	45
liegende Tiere	68	
<b>2. Nacht <sup>2)</sup></b>		
alle Tiere	41	59
liegende Tiere	48	

<sup>1)</sup> - 4 bis - 10 °C; Schneefall, ausgesprochen naßkalt

<sup>2)</sup> -10 bis - 13 °C; neblig; schwacher Wind, ab 5.00 Uhr auffrischender Wind



14. und 15. 02. Futterplatz 200 m vom Unterstand entfernt

16. 02. Futterplatz unmittelbar am Unterstand

Abb. 1: Anteil des Aufenthaltes von DA-Mutterkühen und Absetzern im Unterstand (% der Gesamtzeit), n=178

Am 3. Tag wurde unmittelbar neben dem Unterstand zugefüttert, und prompt erhöhte sich der Anteil des Aufenthalts im Unterstand auf 9 %, obwohl das Wetter weniger widrig war als zuvor.

Ob die Tiere einen Unterstand aufsuchen oder nicht, hängt offenbar viel weniger von den Witterungsbedingungen ab, als vom Vorhandensein oder Fehlen eines weichen, wärmeisolierenden Liegeplatzes außerhalb des Unterstandes sowie von der Entfernung des Unterstandes vom Ort der Zufütterung.

Winterliche Freilandhaltung von Mutterkühen findet in Deutschland überwiegend als Überwinterung der Herden an einer Futterstelle statt. Wird Konservatfutter zugefüttert, halten sich die Tiere nahezu ausschließlich am Futterplatz auf (Tabelle 2).

Tab.2: Anteil des Aufenthaltes der Tiere auf der Weidefläche und in Bereichen mit spezifischer Betreuungsfunktion [% der Gesamtzeit]

Herde	Datum	Weide	Betreuungsbereich			
			Futterplatz	Tränke	Unterstand	Gesamt
DA-Jungrinder (n = 31)	22. - 24.02. 1994	10	56	4	30	90
Salers-Mutterkühe (n = 13)	11. - 12.03. 1993	9	91		xxx <sup>1)</sup>	91
Salers-Mutterkühe (n = 21)	18. - 19.03. 1994	92	8		xxx <sup>1)</sup>	8

<sup>1)</sup> kein Unterstand vorhanden

Während der Verhaltensbeobachtungen im Februar 1994 verweilten die Jungrinder zu 90 % der Gesamtzeit in den Bereichen Futterplatz, Tränke und Unterstand und nur zu 10 % auf der "offenen" Weidefläche. Ob ein Unterstand vorhanden ist oder nicht, spielt dabei - wie Beobachtungen einer Salers-Herde vom 11. bis 12.03.93 zeigen - offensichtlich keine Rolle. Dieser Herde stand kein Unterstand zur Verfügung, und dennoch waren die Tiere nur 9 % der Gesamtzeit auf der Weidefläche. Das hätte folgende Konsequenzen:

Unterstellte man eine Futterplatzgröße für eine 60er Herde von 75 x 75 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. Das ist das 6fache einer hohen Güllegabe. Hohe punktuelle Belastungen in Bereichen mit spezifischer Betreuungsfunktion sind daher ein Problem erster Ordnung.

Eine wirksame Minderung der punktuellen Belastung könnte die Bereitstellung von "Futter auf dem Halm" bei gleichzeitig eingeschränkter Zufütterung bringen. Während der Beobachtungen vom 18. bis 19.03.94 stand einer Salers-Herde nur begrenzt Konservatfutter

zur Verfügung. Auf der Weide stand noch vorjähriges Gras. In diesem Fall hielten sich die Tiere überwiegend (92 %) auf der Weidefläche auf. Winterliche Freilandhaltung sollte deshalb möglichst auch Winterweide sein!

#### **4. Schlußfolgerungen**

Unterstände - ordnungsgemäß bewirtschaftet - bieten ohne Frage zusätzlichen Komfort. Sie werden von Tieren, die an sie gewöhnt sind, auch durchaus angenommen, wenn in ihrer unmittelbaren Nähe zugefüttert wird. Zum Schutz der Tiere vor winterlichen Witterungsunbilden sind sie unter den bei uns herrschenden Bedingungen jedoch nicht erforderlich. Das gilt - vorausgesetzt, die Tiere gehen aus der üblichen Weidesaison in den Winter - für alle in Deutschland in nennenswertem Umfang gehaltenen Fleischrinderrassen. Natürliche Schutzmöglichkeiten (Baumgruppen, Hecken, Erdwälle) sind weitestmöglich zu nutzen.

Wer winterliche Freilandhaltung praktiziert, sollte seine Mutterkühe allerdings nicht ausgerechnet während der Wintermonate kalben lassen. Die Tatsache, daß selbst Abkalbungen bei strengem Frost keineswegs mit höheren Kälberverlusten einhergehen müssen, sollte nicht darüber hinwegtäuschen, daß Kälber leiden, sofern sie von ihren Müttern nicht unmittelbar nach der Geburt angenommen werden.

Das eigentliche Problem winterlicher Freilandhaltung ist die hohe punktuelle Belastung der Futterplätze. Hier kommt es infolge einer hohen Tierkonzentration zu einer Stickstoffanreicherung in der Wurzelzone und zu höheren Stickstoffausträgen. Durch Bereitstellung von "Futter auf dem Halm" oder durch gezielte Einstreu der Futterplätze kann diesem verstärkten Stickstoffaustrag vorgebeugt werden.

# **Auswirkungen ganzjähriger extensiver Beweidung auf die Nährstoffbelastung und die Lagerungsdichte eines flachgründigen Niedermoorbodens**

von

Axel Behrendt, Gisbert Schalitz, Horst Käding und Andreas Fischer

**Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung Müncheberg (ZALF)  
Forschungsstation Paulinenaue,  
Institut für Landnutzungssysteme und Landschaftsökologie**

## **1. Einleitung und Problemstellung**

Die landwirtschaftliche Moorbewirtschaftung ist unter anderem mit der fahrmechanischen Belastung, beziehungsweise mit der Trittbelastung des Moorbodens verbunden. Dadurch verändern sich unter anderem verschiedene bodenphysikalische Eigenschaften der Moore. Das Trockensubstanzvolumen (SV %) der Torfe nimmt zu, und die hydraulische Leitfähigkeit ( $k_f$ ) nimmt ab (SCHOLZ 1987; SAUERBREY und LEHRKAMP 1987).

Die Mineralisierung des Moorbodens läuft im allgemeinen um so intensiver ab, je lockerer er lagert. Walzen, Beweiden und angemessenes Befahren wirken moorerhaltend, weil sie den Anteil der luftführenden Grobporen senken. Der Wassergehalt erhöht sich, die Verluste an Torfsubstanz und Stickstoff sinken (SCHALITZ und LEHMANN 1992). Als positiven Effekt der Verdichtung räumt auch SCHOLZ (1991) neben der verbesserten Befahrbarkeit die Verminderung der Torfmineralisation ein.

Mit dem extremen Rückgang der Tierbestände in Brandenburg (unter 0,5 RGV/ha LN) besteht die Gefahr der Auflassung vieler Niedermoorgrünlandflächen. Die fehlende Verdichtung des Moorbodens führt dann zur verstärkten Mineralisation der Torfe und somit zu erhöhten Nährstoffausträgen. Vergleichende Untersuchungen zur Weidetritt- und Fahrbelastung von Niedermoorboden im Havelländischen Luch sollen zeigen, ob es möglich ist, bei extensiver Weidewirtschaft eine moorschonende Bodenverdichtung zu erreichen.

## **2. Material und Methoden**

Der **Versuchsstandort** kann als flach- bis mitteltiefgründiges Versumpfungs-Verlandungsmoor angesprochen werden. Die auftretende Reliefierung des Geländes ist für weite Teile Brandenburgs typisch. Dadurch eignet sich der Standort für eine ganzjährige Beweidung mit Rindern, wobei die Weidetiere jederzeit die Möglichkeit haben, bei hohen Grundwasserständen auf höhergelegene Stellen auszuweichen.

Die **Belastung** des Niedermoorbodens wurde einmal durch Fahrwerke (Radlast 2 t, Laststufen 0, 1, 2, 3x pro Jahr befahren) und zum anderen durch Weidetiere erreicht (pro Huf 0,2-0,3 MPa). Die Moorsackung war durch exaktes Nivelieren eingebauter Setzungsteller zu ermitteln.

An **bodenphysikalischen Untersuchungen** sind Kegeldrucksondierungen und Ringinfiltrationsmessungen durchgeführt worden. Der Grundwasserstand wurde wöchentlich, die Bodenfeuchte 14tägig gravimetrisch bestimmt. Zum Vergleich der Weidestandorte mit der freien Sukzession dienten Dauermeßachsen, die je nach Flächengröße Längen zwischen 120 und 470 m hatten (Probenahmepunkte alle 10 bzw. 20 m). Für jeweils 7 Bodenschichten werden Achsenwerte zusammengefaßt.



Zur **Abschätzung der Torfmineralisation** diente ein Zellulosezersetzungstest, der auf UNGER (1960) zurückgeht und vorwiegend die mikrobielle Aktivität erfaßt. Zelluloseplättchen, die in Gazetaschen eingelegt waren, wurden mittels Schwertsonden in verschiedene Moorschichten eingebracht. Nach je 40tägiger Expositionszeit war der Zelluloseabbau zu ermitteln. Die Untersuchungen liefen in 10facher Wiederholung, um angesichts der Streuung biologischer Daten repräsentative Durchschnittswerte zu erhalten (BEHRENDT 1995).

### **3. Ergebnisse und Diskussion**

Über Nivellements vor und nach den Belastungen wurde der Verlauf von **Moorsackung und -quellung** über die Jahre 1990 bis 1992 verfolgt.

Auffällig ist der Höhenzuwachs der Geländeoberfläche in der unbelasteten Variante. Die über Jahre fehlende Belastung, gekoppelt mit intensiver Durchwurzelung durch Gräser und witterungsbedingter Bodenlockerung (Frost), hob die Bodenoberfläche um ca. 3 cm an. Unter Belastungsbedingungen konnten dagegen Höhenverluste bis zu 2 cm verzeichnet werden.

In 10 cm Tiefe wurde selbst in der unbelasteten Variante des tiefgründigen Moores eine Sackung von fast einem Zentimeter nachgewiesen. Daran ist zu erkennen, daß die scheinbare Quellung nur eine Auflockerung der obersten Bodenschicht war. In 10 cm Tiefe ließen sich für fast alle Laststufen die größten Sackungsbeträge nachweisen. In der Variante mit der höchsten Belastung wurde ein Höhenverlust von 5 cm ermittelt, der allerdings hauptsächlich aus der Bodenverdichtung resultierte. Die Trockenrohdichte in dieser Tiefe erhöhte sich im Untersuchungszeitraum von 42,0 g/100cm<sup>3</sup> auf 43,4 g/100 cm<sup>3</sup>. Ein ähnliches Bild in abgeschwächter Form war in 20 und 30 cm Bodentiefe zu finden.

#### **Bodenphysikalische Untersuchungen**

Die durch Bodenbelastung und -verdichtung steigende Bodenfestigkeit läßt sich mit Hilfe von Kegeldrucksondierungen auf Mineralböden und Moorböden gleichermaßen nachweisen (ERMICH 1980; SOMMER et al. 1981; PETELKAU und KUNZE 1987; HOFFMANN und RÄBIGER 1987; FRAUENDORF 1987). Dementsprechend gehörten Kegeldrucksondierungen zu den Standarduntersuchungen in den Weide- und Fahrbelastungsversuchen. Der Kegeleindringwiderstand ist ein kumulativer Ausdruck für eine Vielzahl von Einflußfaktoren, von denen als wichtigste die Lagerungsdichte, die Bodenfeuchte, der Zersetzungsgrad und die Aggregation gelten.

Mit der verdichtungsbedingten Abnahme des Porenvolumens ist auch eine Verminderung der chemischen, physikalischen und biologischen Bodenaktivitäten verbunden, wodurch die physikalischen Regenerationsprozesse sowie biochemische und physikalische Transformations- und Akkumulationsprozesse gestört sind (HERZOG, et al. 1976; PETELKAU und KUNZE 1987). Durch steigende Diffusionswiderstände mit sich vermindertem Grobporensystem kann es zu O<sub>2</sub>-Mangel bzw. CO<sub>2</sub>-Überschuß kommen (FRAUENDORF 1987). Diese Tatsache bedingt die Verringerung der aeroben Torfmineralisation.

Im allgemeinen führte die Belastung zu einer sehr deutlichen Erhöhung des Eindringwiderstandes, zum Teil auch in größerer Tiefe. Die höchsten Eindringwiderstände wurden im Belastungsversuch in 10-15 cm Tiefe gefunden. In dieser Schicht bildeten sich deutliche horizontale Gleitfugen von Plattengefügen heraus, die kaum durchwurzelt wurden.

Der Kegeleindringwiderstand erhöhte sich in den 3 Versuchsjahren infolge der Belastung von weniger als 800 kPa im Sommer 1990 auf 1300 kPa im September 1992.

Die Drucksondierungen im Weideversuch bzw. in der freien Sukzession ergaben, daß trotz

recht geringer Besatzstärken (0,5 GV/ha) im Zeitraum von 1993 bis 1996 ein beachtlicher Anstieg der Bodenfestigkeit durch den Weidetritt der Rinder zu verzeichnen war (Abb. 1). Der Eindringwiderstand auf der Koppel Rechteck II stieg in den oberen Bodenschichten um über 300 kPa an. Mit zunehmender Tiefe flachte der Anstieg der Bodenfestigkeit wieder ab. Ab einer Tiefe von ca. 50 cm war kaum noch Verfestigung nachzuweisen. Entscheidend für den Moorschutz, d.h. für die Einschränkung der Torfmineralisation, sind die obersten Bodenschichten, die durch die Grundwasserabsenkung durchlüftet werden. Demzufolge kann von einer moorschonenden Bewirtschaftung gesprochen werden. Im Gegensatz zur freien Sukzession auf Niedermoorflächen also einer Auflassung der Flächen ohne Bewirtschaftungsmaßnahmen. Auf diesen Flächen war eine deutliche Abnahme der Bodenfestigkeit festzustellen. Im Oberboden konnten hier Eindringwiderstände unter 600 kPa gemessen werden, die hohe Torfmineralisationsraten vermuten lassen. Mit der Erhöhung des Eindringwiderstandes nahm auch die Trockenrohdichte des Torfes zu. Sie kann auch als Lagerungsdichte bezeichnet werden.

Im entwässerten Zustand kann ein locker gelagerter Torf besser durchlüftet und erwärmt werden als ein dichter gelagerter, was sich wiederum fördernd auf die Torfmineralisation auswirkt. Die Bodenverdichtungen, die anhand zunehmender Lagerungsdichten nachgewiesen werden konnten (Mai 1990 nach der 1. Belastung  $\text{Trd} = 42,0 \text{ g}/100 \text{ cm}^3$  und November 1992 nach der letzten Belastung  $43,4 \text{ g}/100 \text{ cm}^3$ ), beeinflussten in hohem Maße die Infiltration. Zu Beginn des Belastungsversuches 1990 wiesen alle Varianten annähernd die gleichen Infiltrationswerte auf, die, vermutlich infolge des Umbruchs vor der Neuansaat, durchweg unter  $10 \text{ mm}/\text{h}$  lagen. Die Infiltrationswerte nach dreijähriger Versuchsdauer spiegeln eindrucksvoll die abgestufte Belastung des Niedermoores wider. Die höhere Infiltration bedingt einen raschen Wasserabzug nach Starkniederschlägen und somit unter Umständen eine schnellere Austrocknung der oberen Bodenschicht, wobei gleichzeitig die Torfmineralisation gefördert wird.

Über die zellulolytische Aktivität im Torf wurden die Bedingungen für die **mikrobielle Moormineralisation** abgeschätzt.

Die höchste torfzehrende bodenbiologische Aktivität wurde auf der Sukzessionsfläche beobachtet. Stilllegungsbedingt kam es hier zu einer starken natürlichen Bodenlockerung. Die hohen zellulolytischen Aktivitäten beschränkten sich wegen des relativ hohen Grundwasserstandes hier jedoch auf die oberen Bodenschichten.

In einigen Zellulosestdurchgängen des Belastungsversuches kam es unter Belastungseinfluß zur Minderung der torfzehrenden mikrobiologischen Aktivität in den oberen Bodenschichten. In tieferen Bodenschichten wurden die biologischen Aktivitäten unter Belastungseinfluß jedoch kaum eingeschränkt. Hier gilt es den Grundwasserstand anzuheben, um einen wirksamen Schutz vor dem mikrobiologischen Torfverzehr zu erreichen.

Bewirtschaftungseinflüsse auf die torfzehrende bodenbiologische Aktivität können durch Witterungseinflüsse teilweise überlagert werden, vor allem nach langen Trockenperioden, wenn mit der Wiederbefeuchtung ein hoher Torfmineralisationsschub einsetzt. Der moorschonende Belastungseinfluß wurde im Vergleich der Belastungsvarianten nicht so gut deutlich wie im Vergleich zur Sukzession.

Es wurde davon ausgegangen, daß sich der Belastungseinfluß durch den Weidetritt auch auf die  $N_{\text{min}}$ -Gehalte im Boden auswirken müßte. Eine mineralisationshemmende Wirkung durch die Bodenverdichtung analog zu den Drucksondierungsbefunden war besonders im Herbst 1993 und Frühjahr 1994 deutlich. Insbesondere die Nitratwerte lagen in der freien Sukzession signifikant höher als unter Weidebedingungen. In den nachfolgenden  $N_{\text{min}}$ -Untersuchungen konnten keine gesicherten Unterschiede mehr gefunden werden.

Beachtlich sind die hohen Nitratwerte die jeweils im Frühjahr auftreten und mit fortlaufender Versuchsdauer z.T. anstiegen. Eine Ursache hierfür könnte der Mangel an Kalium sein, da während der gesamten Versuchszeit kein Kalium gedüngt wurde und der Niedermoorboden kaum Kalium freisetzt. Wenn Kalium als Mangelfaktor auftritt, wird auch Stickstoff nur in geringen Mengen von den Pflanzen aufgenommen. Dieser liegt in mineralisierter Form im Boden vor und droht ausgewaschen zu werden.

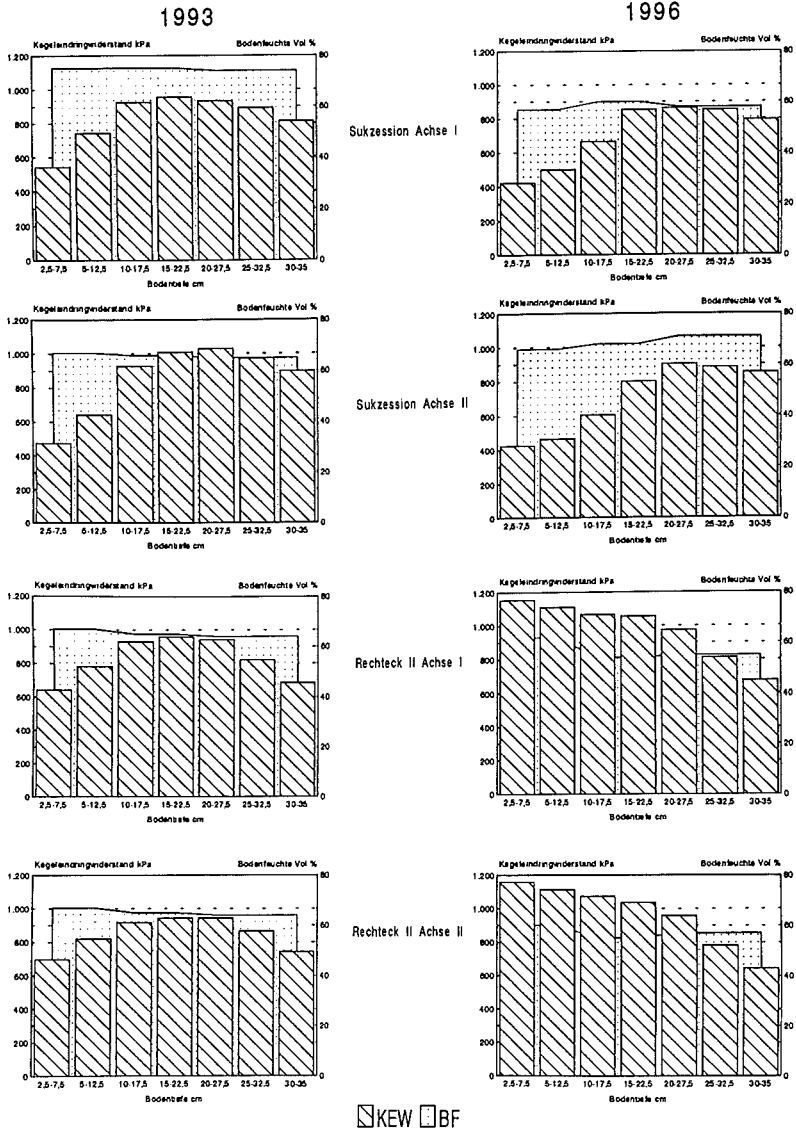
#### **4. Zusammenfassung**

Auf Niedermoorflächen im Havelländischen Luch bei Paulinenaue wurden Untersuchungen zur Weidetritt- und Fahrbelastung durchgeführt. Insbesondere die Drucksondierungen und die Zellosetests deuten darauf hin, daß durch die Moorbodenbelastung die Mineralisation der Torfe eingeschränkt werden kann. Selbst bei relativ geringen Besatzstärken von 0,5 GV/ha war noch eine deutliche Verdichtung des Moorbodens nachzuweisen. Nicht zu verantworten ist das Auflassen, d.h. die Stilllegung von Mooren ohne Vernässung, weil dadurch die Bodenlockerung und damit die Durchlüftung und Torfmineralisation gefördert werden.

#### **Literatur**

BEHRENDT, A. 1995: Moorkundliche Untersuchungen an nordostdeutschen Niedermooeren unter Berücksichtigung des Torfschwundes, ein Beitrag zur Moorerhaltung. Diss., Humboldt-Uni. zu Berlin, 170 S.

Die übrige zitierte Literatur ist hier ausführlich besprochen.



KEW BF

Abb. 1: Ergebnisse von Drucksondierungen im Weideversuch

# Nitratverlagerung bei simulierter Winterbeweidung mit Rindern auf Grünland

von

Michael Anger, Annette Roth und Walter Kühbauch

Institut für Pflanzenbau, Lehrstuhl Allgemeiner Pflanzenbau, Universität Bonn

## 1. Einleitung

Extensive Grünlandwirtschaft mit Mutterkühen oder Schafen stellt insbesondere auf milchquotenfreien Grünlandflächen der Grenzstandorte eine wertvolle Alternative zur Brache oder gar Aufforstung dar. Bedingt durch die Marktsituation in der EU zwingt diese Form der extensiven Grünlandwirtschaft auch zur ökonomischen Extensivierung der Faktoren Arbeit, Futter und Stallplatz. Für viele Regionen bietet sich daher die Winteraußenhaltung an (OPITZ VON BOBERFELD 1997). Ein Modellversuch mit am 20. Dezember ausgebrachten Exkrementflecken zeigt an einem Niederungsstandort in Nordwestdeutschland bei milden Witterungsbedingungen während des Winterhalbjahres unter Urinflecken erhebliche und unter Kothaufen geringe N-Mineralisationsraten (ANGER 1993). Der Umfang nachfolgender Nitratverlagerung ist damit auf Standorten mit ausgeprägter winterlicher Sickerwasserneubildung von den standorttypischen Umsetzungsbedingungen des Exkrement-N im Winter sowie der Besatzdichte abhängig. Da für Mittelgebirgsstandorte keine Informationen über die N-Verlagerung unter den im Winter anfallenden Exkrementflecken vorliegen, ist es das Ziel der vorliegenden Arbeit, durch Applikation von Urin- und Kotflecken zu Beginn des Winterhalbjahres die maximale Auswaschungsrate bei Winterbeweidung im Mittelgebirgsraum zu kalkulieren.

## 2. Material und Methoden

Durch gezielte Ausbringung von Exkrementflecken wurde in den Sickerwasserperioden 1995/96 und 1996/97 Winterbeweidung auf einem *Lolium-Cynosuretum* an zwei Mittelgebirgsstandorten simuliert (vgl. Tab. 1). Der Urin wurde zur Standardisierung der Versuchsbedingungen synthetisch nach WHITEHEAD (1970) hergestellt; der Kot wurde zu jedem Termin in einem Grünlandbetrieb gesammelt. Die Applikation erfolgte zeitgleich an beiden Standorten jeweils unter winterlich kühlen Witterungsbedingungen bereits Anfang November, so daß nachfolgend durch Bodenprobenahme zu drei unterschiedlichen Terminen die Veränderung der Nitrat ( $\text{NO}_3$ )- und Ammoniummengen ( $\text{NH}_4$ ) in den

Tab. 1: Wichtige Standort- und Witterungsdaten (zwischen den Exkrementapplikationen am 7.11.1995 bzw. 5.11.1996 bis zum 31.03. 1996 bzw. 1997)

Standorte	Rengen (Eifel)	Borbeck (Berg. Land)
Höhe (m ü. NN)	480	385
pH - Wert ( $\text{CaCl}_2$ )	5,9	4,8
Bodentyp mit Besonderheiten	Pseudogley mit Sd ab 25 - 30 cm	Braunerde mit Grusschicht ab 60 cm
Durchschnittstemperatur ( $^{\circ}\text{C}$ )	- 0,4 bzw. 0,7	0,2 bzw. 1,7
Niederschlag (mm)	168 bzw. 271	181 bzw. 382

Tab. 2: Varianten des Versuches und Faktoren der Bodenprobenahme

1	Exkrementform	1.1	Urin (2,0 l / Spot)
		1.2	Kot (2,5 kg / Spot)
		1.3	ohne (= Kontrolle)
2	Standorte	1.1	Rengen (bei Daun / Eifel)
		2.2	Borbeck (bei Radevormwald / Bergisches Land)
3	Versuchszeitraum	3.1	Sickerwasserperiode 1995 / 96
		3.2	Sickerwasserperiode 1996 / 97
4	Beprobungstermin	4.1	4 Wochen nach Applikation (Anfang Dezember)
		4.2	Mitte der Sickerwasserp. (Ende Jan. / Anf. Feb.)
		4.3	Ende der Sickerwasserperiode. (Mitte März / Apr.)
5	Beprobungstiefe	5.1	0 - 10 cm
		5.2	10 - 30 cm
		5.3	30 - 60 cm
		5.4	60 - 90 cm

Beprobungstiefen bis zum Ende der nachfolgenden Sickerwasserperiode beobachtet werden konnte (vgl. Tab. 2). Es wurden in einer Blockanlage eine ausreichende Anzahl von Exkrementflecken ausgebracht, damit für jede Variante zu jedem Beprobungstermin bis dahin unberührte Spots in vierfacher Wiederholung zur Verfügung standen. Nach Probenahme mit dem Pürkhauerbohrstock wurden die Bodenproben mit 1 %-iger  $K_2SO_4$ -Lösung extrahiert; nach Filtration der Extraktionslösung erfolgte die photometrische Bestimmung von Nitrat (bei 540 nm) und Ammonium (bei 650 nm); die Berechnung der Nmin-Mengen im Bodenprofil wurde nach gravimetrischer Bestimmung des Bodenwassergehaltes und der vor Ort bestimmten Lagerungsdichte vorgenommen.

### Ergebnisse und Diskussion

Durch die Applikation der Exkrementflecken im November kann die Mineralisation des Exkrement-N nahezu während des gesamten Winterhalbjahres verfolgt werden; die Nmin-Werte der unbeeinflussten Kontrolle sind subtrahiert worden. Unter Kothaufen findet nur eine geringfügige Veränderungen der Nmin-Werte statt (vgl. Abb. 1). Die Nmin-Fractionen verschieben sich allerdings während des Winterhalbjahres. Am Ende der Sickerwasserperiode überwiegen die  $NO_3^-$ -Anteile gegenüber  $NH_4^+$ . Die geringen  $NO_3^-$ -Werte finden sich allerdings vorwiegend in der Schicht von 0-30 cm, so daß für weniger flachgründige Mittelgebirgsstandorte - wie auch an wintermilden Standorten (ANGER 1993) - eine Auswaschung unter Kotflecken weitgehend auszuschließen ist.

Im Gegensatz dazu treten unter Urinflecken höhere Nmin-Mengen auf. Allerdings können - mit Ausnahme eines Applikationstermines - im Laufe des Winterhalbjahres keine gravierenden Veränderungen der Nmin-Werte festgestellt werden (vgl. Abb. 1). Da in den Jahren nach der Applikation keine wesentlichen Temperaturunterschiede vorgelegen haben, ist die Harnstoffhydrolyse offenbar durch günstigere Bodenwassergehalte Ende 1995 gefördert worden (MCGARRY ET AL. 1987). Dies führt insbesondere in Rengen nach Applikation im November 1995 zu umfangreichen  $NH_4^+$ -Mengen, die anschließend im Laufe des Winters nitrifiziert werden (vgl. Abb. 2, oben). Das deutlich geringere Niveau des Folgejahres spiegelt die Situation der restlichen drei Urinvarianten wider (vgl. Abb. 2, unten). Die zunehmenden  $NO_3^-$ -Werte zur Mitte der Sickerwasser-

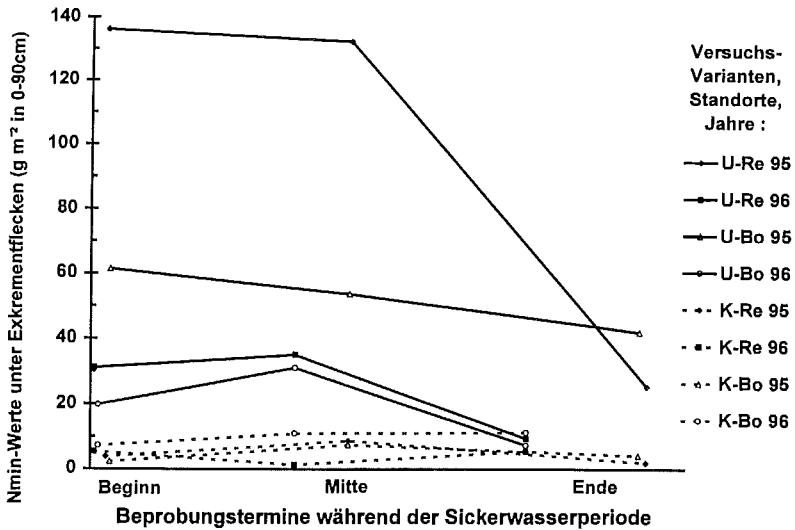


Abb. 1: Veränderung der Nmin-Werte in 0 - 90 cm Tiefe der im November 1995 und 1996 applizierten Exkrementstellen (U= Urin - ; K= Kot -) während der Sickerwasserperioden in Rengen (=Re) und Borbeck (=Bo) [nach Subtraktion der Nmin-Werte der Kontrollen]

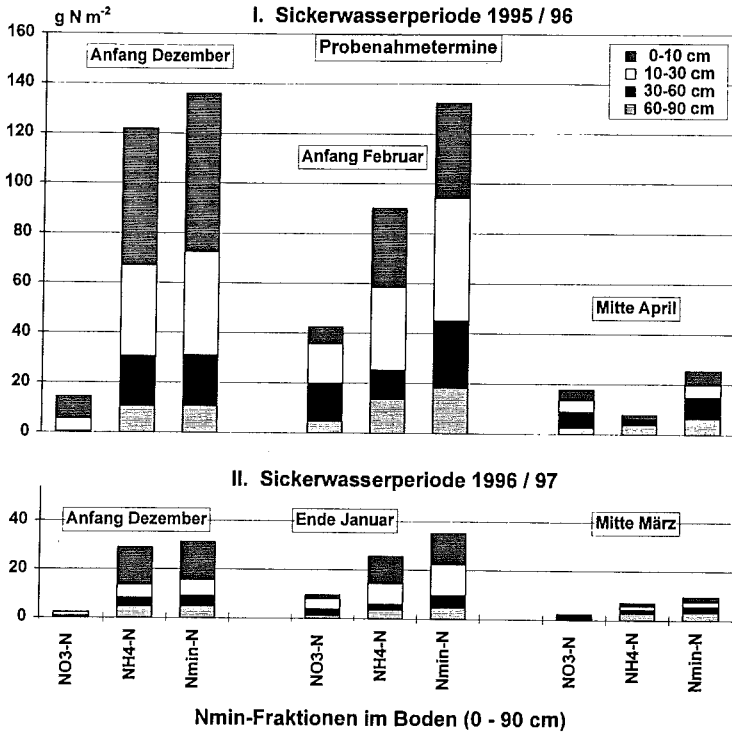


Abb. 2: Vergleich der NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>-</sup> und Nmin-Werte der Beprobungstiefen unter Urinflöcken in den Sickerwasserperioden 1995/96 und 1996/97 in Rengen (Kontrollwerte subtrahiert)

periode und die stark reduzierten Nmin-Werte am Ende der Sickerwasserperiode lassen eine Nitrifikation auch im Winterhalbjahr mit nachfolgender Verlagerung des NO<sub>3</sub>-N mit dem Sickerwasser vermuten.

Die Kalkulation der N-Verlusten bei Winterbeweidung basiert aufgrund der fehlenden Effekte unter Kothaufen ausschließlich auf den Veränderungen der Nmin-Werte unter Urinflecken. Für die im November applizierten Urinflecken können im Laufe der Sickerwasserperiode - bezogen auf eine Bodentiefe von 90 cm - N-Verlusten von durchschnittlich 18 g N m<sup>-2</sup> veranschlagt werden; vom separat berücksichtigten Termin mit hohen Umsetzungsraten in Rengen 1995 gehen 111 g N m<sup>-2</sup> in die Berechnung ein.

Bei fortlaufender Winterbeweidung ist anzunehmen, daß der im Laufe des Winterhalbjahres abgesetzte Urin-N bis zum Ende der Sickerwasserperiode in geringerem Umfang mineralisiert wird, als nach der hier untersuchten November-Applikation. Selbst die Übernahme dieser erhöhten N-Verlusten aus der Novemberapplikation für die gesamte Winterbeweidung verdeutlicht das relativ geringe Verlustrisiko bei gleichmäßiger Beweidung einer Grünlandfläche im Winterhalbjahr mit relativ geringer Besatzdichte (vgl. Tab. 3). Die angenommene lineare Abnahme der Verlusten während des Beweidungszeitraumes erscheint wahrscheinlicher; die Kalkulation ergibt ein geringes Verlustrisiko selbst bei 4,0 GV ha<sup>-1</sup>. Die Berücksichtigung hoher Umsetzungsraten des Urin-N für zwei Wochen zu Beginn des Winters steigern die Verlusten.

Die Kalkulationsszenarien setzen eine gleichmäßige Beweidung der Fläche voraus. Diese ergibt sich weitestgehend bei Grundfuttermittelsversorgung durch „Winterfutter auf dem Halm“ bzw. bei gleichmäßig auf der Fläche verteilten Futtermitteln. Der Einfluß von Weideregionen mit erhöhter Frequenz der Weidetiere (z.B. Ruhe-, Tränkebereiche) wird im vorliegenden Ansatz nicht berücksichtigt. Die Wirkung dieser relativ kleinen Teilflächen auf die Verlusten der Gesamtfläche kann durch Maßnahmen wie überdachte und ausreichend eingestreute Liegebereiche sowie häufigen Ortswechsel der Tränkezone reduziert werden (OPITZ VON BOBERFELD 1998).

Tab. 3: Kalkulation der von Winterbeweidung ausgehenden N-Verlagerung (in kg N ha<sup>-1</sup>) bei variabler Besatzdichte (auf Basis der N-Verlusten von Urinflecken nach Novemberapplikation, uniformer Spot-Verteilung, 0,2 m<sup>2</sup> Spot<sup>-1</sup>, 10 Urinspots GV<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, 160 Weidetagen)

Kalkulationsszenarien \ GV ha <sup>-1</sup>	1,0	2,0	3,0	4,0
konstante N-Verlusten	5,8	11,5	17,3	23,0
lineare Abnahme der N-Verlusten	2,9	5,7	8,6	11,4
lineare Abnahme bei hohen N-Verlusten für 14 Tage im November	5,3	10,7	16,0	21,4

#### Literatur:

- ANGER, M., 1993: Zur Dynamik der Nmin-Werte unter Grünland unter besonderer Berücksichtigung von Urin- und Kotflecken. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 6, 321-324.
- MCGARRY, S.J., P. O'TOOLE and M.A. MORGAN, 1987: Effects of soil temperature and moisture content on ammonia volatilization from urea treated pasture and tillage soils. Irish J. agric. Res. 26, 173-182.
- OPITZ VON BOBERFELD, 1998: Winterausenhaltung von Mutterkühen in Abhängigkeit vom Standort unter pflanzenbaulichem Aspekt. Ber. Ldw. 75, 604-618.
- WHITEHEAD, D.C., 1970: The role of nitrogen in grassland productivity. Commonwealth Agric. Bur., Bull. 48., Hurely, England.



# **Winteraußenhaltung von Damtieren - Auswirkung auf Futterzuwachs und Nitratbelastung**

Pierre Ernst

**Landwirtschaftskammer Rheinland, Referat 31 Landbau, Kleve**

## **1. Einleitung und Problemstellung**

Seit über zwanzig Jahren werden Damtiere auf Grünlandflächen in Haus Riswick gehalten. In den ersten zehn Jahren wurde die Damtierfläche intensiv bewirtschaftet. Ab Mitte der achtziger Jahre wurden Tierbesatz und N-Düngung reduziert. 1990 wurden noch 80 kg N/ha gedüngt. 1991 - 1993 wurde jährlich nur noch eine Frühjahrsgabe in Höhe von 25 kg N/ha verabreicht. Ab dem Frühjahr 1994 werden die Damtierweiden in Riswick nicht mehr mit Stickstoff gedüngt. Der Tierbesatz liegt seit 1991 bei rd. 10 Damtiereinheiten je ha. Die Damtierflächen werden ausschließlich und ganzjährig (Sommer und Winter) beweidet. Es wurde bisher kein Winterfutter auf den Flächen gewonnen.

Bei der Damtierhaltung auf Grünland stehen Futterproduktion und Futterqualität im Vordergrund. Gleichzeitig müssen erhöhte ökologische Anforderungen berücksichtigt werden. Aus Sicht des Umweltschutzes sind die Auswirkungen von Düngung, Zufütterung und ganzjährige Weidehaltung auf die Nährstoffbelastung des Bodens von Bedeutung.

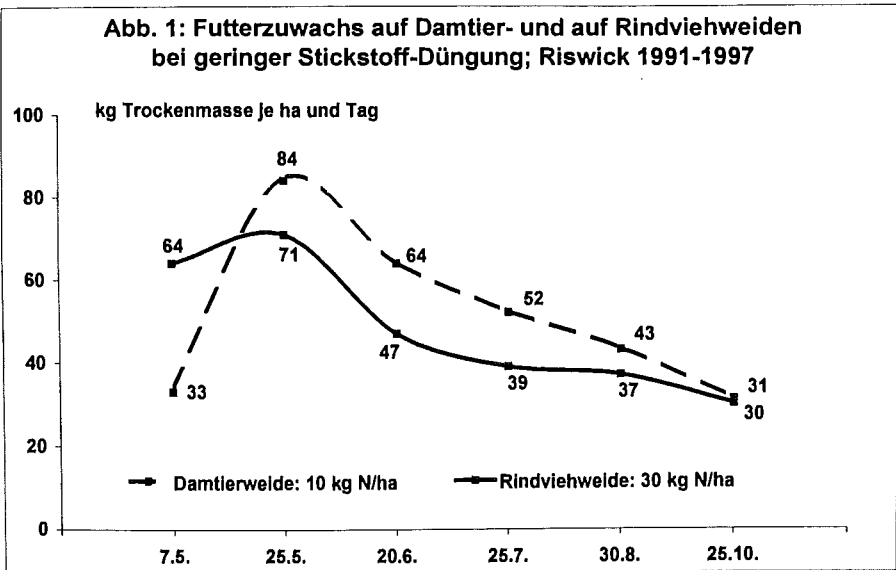
## **2. Material und Methode**

In den Jahren 1991 bis 1997 wurde aus den einzelnen Schnitterträgen der tägliche Futterzuwachs auf den Damtierweiden in den einzelnen Abschnitten der Weideperiode bei im Mittel geringer N-Düngung ermittelt. Zur Prüfung der Auswirkungen von N-Düngung, Weidehaltung im Sommer und Winter sowie Zufütterung bei Damtierhaltung auf Grünland wurde in den Jahren 1990 bis 1997 sowohl beim Wachstumsbeginn im Frühjahr als auch am Ende der Vegetationsperiode im Herbst die Nitratstickstoffmenge in einzelnen Bodenschichten bis 150 cm Tiefe ermittelt.

## **3. Ergebnisse und Diskussion**

### **3.1 Täglicher Futterzuwachs auf Damtierweiden**

Die Zuwachskurve ist in der Abb. 1 im Vergleich zu einer Futterzuwachskurve für Rindviehweiden auf dem gleichen Standort mit einer ebenfalls geringen N-Düngung dargestellt. Die Ergebnisse verdeutlichen, daß vor allem vom Wachstumsbeginn in der zweiten Märzhälfte bis Anfang Mai der tägliche Futterzuwachs auf den Damtierweiden



gut 30 kg Trockenmasse/ha betrug. Er war damit nur etwa halb so hoch wie auf den Rindviehweiden. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß vor allem die Winterweide zu einem geringeren Futterertrag im Frühjahr führt. Die höchsten Zuwachsraten wurden im Monat Mai erreicht. Danach nahmen die Zuwachsraten im weiteren Verlauf der Vegetationsperiode bis Ende Oktober deutlich ab. Auffällig waren aufgrund von höheren Stickstoffreserven im Boden die höheren Zuwachsraten auf den Damtierweiden. Am Ende der Wachstumsperiode betrug der tägliche Futterzuwachs rd. 30 kg Trockenmasse/ha auf beiden Flächen.

### 3.2 Hohe Zufuttermengen erforderlich

Bei einem Tierbesatz von 10 Damtiereinheiten/ha liegt der Futterbedarf unter Berücksichtigung von Beweidungsverlusten bei 30 bis 35 kg Trockenmasse/ha. Die ermittelten Zuwachsraten lassen erkennen, daß das Graswachstum sowohl im zeitigen Frühjahr als auch im Herbst nicht zur vollständigen Deckung des Futterbedarfs ausreicht. Deshalb ist bereits während der Weideperiode sowohl im Frühjahr als auch im Herbst eine Zufütterung erforderlich. Aufgrund des fehlenden Graswachstums im Winter wird von Anfang November bis Ende März der gesamte Futterbedarf über die Zufütterung gedeckt. Insgesamt wird in der Damtierhaltung über eine Zeitspanne von sechs bis sieben Monaten zugefüttert. Unter Riswicker Bedingungen wird über Zufütterung von Kraftfutter und Maissilage zusätzlich etwa 70 kg N/ha verabreicht und somit der N-Input entsprechend erhöht.

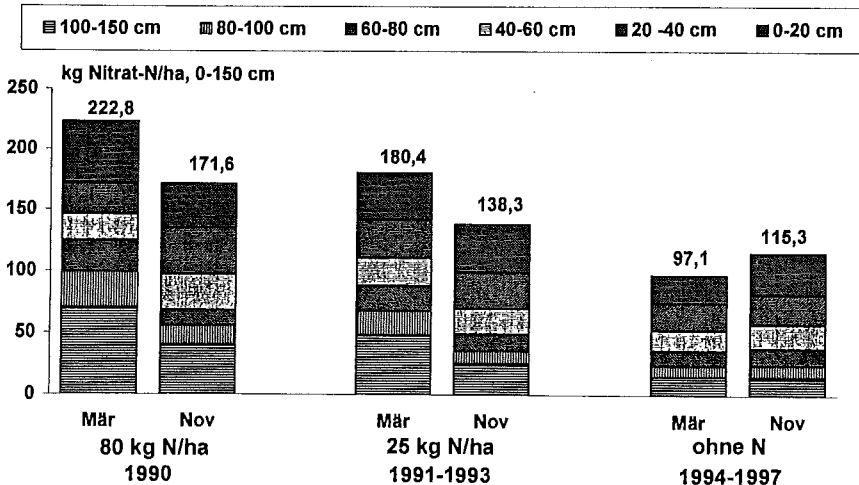
### 3.3 Nitratstickstoff im Boden

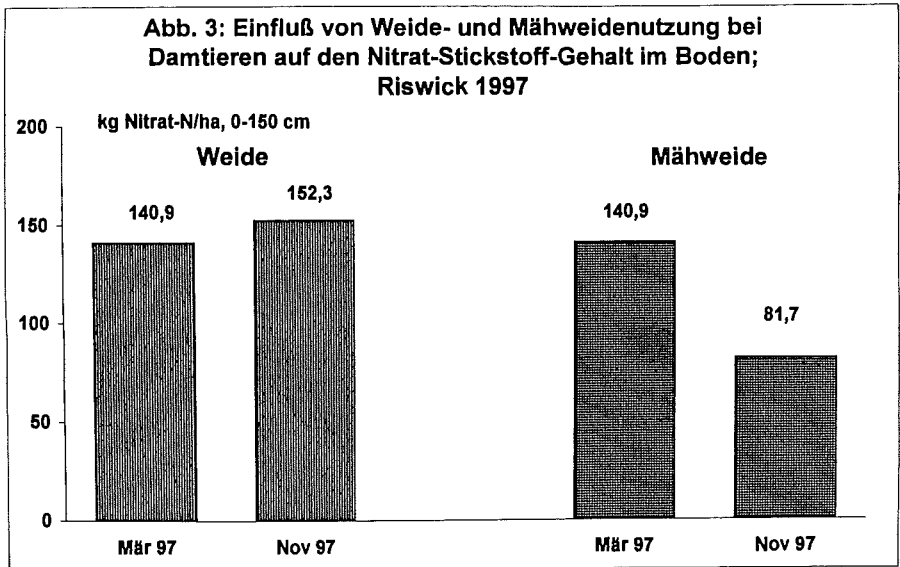
Die Ergebnisse der Nitratuntersuchung im Boden sind in der Abb. 2 dargestellt. Die Nitratbelastung des Bodens war unter den vorliegenden Bewirtschaftungs-, Haltungs- und Zufütterungsbedingungen anfangs sehr hoch. Sie nahm mit abnehmender N-Düngung deutlich ab, blieb aber auf einem relativ hohen Niveau. Die Gründe für die hohe Nitratbelastung sind die geringe N-Ausnutzung bei Beweidung und die hohe Zufuttermenge. Vor allem die Auswaschungsverluste von Stickstoff aus den Exkrementen führten zu den höheren Nitratstickstoffmengen im Boden. In den Jahren 1990, 1991 und 1993 nahm die Nitratstickstoffmenge im Boden über Winter vom November bis März sogar zu. Die in dieser Periode durch Auswaschung in tiefere Bodenschichten verlagerte N-Menge wurde offensichtlich durch die N-Zufuhr aus Exkrementen mehr als ausgeglichen.

### 3.4 Weniger N-Überschuß bei Mähweide

Die Nitratbelastung bei Beweidung kann durch zunehmende Mähanteile deutlich reduziert werden. Eine langjährige Untersuchung auf Rindviehweiden ergab stark verminderte Nitratstickstoffmengen bei Mähweide - mit 50 % Mahd und 50 % Beweidung - sowie bei ausschließlicher Mähnutzung. Auf den Damtierweiden kann durch eine Mahd der Futterüberschüsse im Frühjahr und Sommer zur Winterfutttergewinnung eine wesentlich bessere N-Ausnutzung in der Weideperiode erreicht werden. Durch Einsatz der gewonnenen Futterkonserven als Winterfutter bei den Damtieren kann durch einen abnehmenden Einsatz von Zusatzfuttermitteln der Stickstoffüberschuß weiter zurückgedrängt werden.

**Abb. 2: Nitrat-Stickstoff im Boden auf Damtierweiden bei abnehmender N-Düngung; Riswick 1990-1997**





Erste Ergebnisse 1997 haben ergeben, daß durch eine Mähweidenutzung mit zwei Schnitten im Vergleich zur reinen Weidenutzung die Nitratstickstoffmenge im Boden im November um fast 50 % reduziert werden konnte (Abb. 3).

#### 4. Zusammenfassung

Langjährige Versuche auf Damtierweiden in Riswick haben bei reiner Weidenutzung im Sommer und Winter sowie bei erhöhter Zufütterung eine hohe Nitratbelastung des Bodens ergeben. Die mit dem Futter aufgenommene Stickstoffmenge wird zu 90 - 95 % mit den Exkrementen wieder ausgeschieden. Vor allem Auswaschungsverluste führen zu einer höheren Nitratbelastung im Boden. Durch Mahd zur Winterfuttergewinnung wird die Stickstoffausnutzung auf Damtierweiden verbessert und somit die Nitratbelastung wesentlich reduziert. Durch Einsatz der Futterkonserven im Winter kann Zusatzfutter eingespart und dadurch der Stickstoffüberschuß weiter vermindert werden.

# **Punktuelle Belastung durch tierische Exkremente bei Winteraußenhaltung**

von

Gerhard Weise, Peter Zube und Reinhard Priebe

**Landesanstalt für Landwirtschaft des Landes Brandenburg  
Abteilung Grünland- und Futterwirtschaft, 14641 Paulinenaue**

## **1. Einleitung**

Der Anstieg des klimarelevanten Spurengases  $N_2O$  (Lachgas) in der Atmosphäre um 0,2 bis 0,3 Prozent während der letzten 20 Jahre (ROBERTSON 1993) sowie des Nitratgehaltes im Grundwasser in Deutschland von 10 mg/Liter in der Neuzeit (MURSCHEL et al. 1993) sind Beispiele für die zunehmende Belastung von Boden, Wasser und Atmosphäre durch Stickstoffverbindungen. Die Landwirtschaft hat daran maßgeblichen Anteil. So wird ihr Anteil an der Lachgasemission auf 32 bis 38 % und am Nitrat-Eintrag in das Grundwasser auf etwa 80 % geschätzt (SCHÖN et al. 1993, AHLGRIMM et al. 1994, ISERMANN et al. 1995). Die zukünftige Flächennutzung durch die Landwirtschaft muß dieser Umweltbelastung entgegenwirken. Dabei sind stärker als bisher räumliche und sachliche Schwerpunkte zu setzen.

Durch eine Vielzahl von Untersuchungen wird belegt, daß bei ordnungsgemäßer Bewirtschaftung von Grünland grundwassergefährdende Überschüsse nicht anfallen. Eine ordnungsgemäße Grünlandbewirtschaftung gewährleistet somit einen sicheren Schutz des Grundwassers vor Nitratreinträgen.

Zu punktuellen, umweltgefährdenden N-Überschüssen bei der Grünlandbewirtschaftung kann es jedoch durch die auf den Futter-, Tränke- und Liegeplätzen ausgeschiedenen Exkremente der Weidetiere kommen (WEISE et al. 1993, 1995). In erhöhtem Maße besteht diese Gefahr bei Winteraußenhaltung von Mutterkühen. Die Erfassung des möglichen Ausmaßes und die Erarbeitung von Maßnahmen zur Vermeidung dieser Gefahr leiten sich als anstehende Aufgaben ab.

## **2. Material und Methoden**

In 5 Landwirtschaftsbetrieben (A, B, C, D, E) mit Winteraußenhaltung von Mutterkühen auf extensiv bewirtschaftetem Grünland wurden die Wurzelzone und darunter liegende Bodenschichten der ungesättigten Zone von Futter-, Tränke- und Liegeplätzen sowie die angrenzenden Auslaufflächen auf Nitrat-N und Ammonium-N analysiert. Die Probenahme erfolgte im Mai 1992 (A, B) sowie im April 1996 (C, D, E). Die dominierenden Bodenarten der Wurzelzone waren flächgründiges Niedermoor/Anmoor (A, C) und lehmiger Sand/Sand (B, D, E) sowie schluffiger Sand/Sand bei der ungesättigten Zone. Der Grund- bzw. Schichtwasserspiegel lag bei 0,6 bis 2,0 m (A, C, D, E). Im Betrieb B handelte es sich um einen grundwasserfernen Standort. Mit Ausnahme von Betrieb B wurden die Futter-, Tränke- und Liegeplätze mit Futterresten von Stroh und Heu eingestreut. Das Zufutter war in allen Betrieben Heu und Stroh, ergänzt durch Welksilage in den Betrieben B und C. Die Bodenprobenahme erfolgte mittels eines Ramm-Zieh-Bohrgerätes, montiert auf einem Pickup-Jeep. Die Beprobungstiefe lag in Abhängigkeit vom Grundwasser- bzw. Schichtwasserstand zwischen 1,5 bis 7,0 m. Zur Probenahme wurden offene, nur an der Spitze geschlos-

sene Schuppen von 1,5 m Länge verwendet. Jede Einzelprobe repräsentierte einen Abschnitt von 0,5 m. Als Wurzelzone kam 1,0 m in Anrechnung. Die Beprobung erfolgte in dreifacher Wiederholung pro Prüfglied.

Die Bodenproben wurden mit 1normaler KCl-Lösung extrahiert und kolorimetrisch mit einem Flow-Stream-Automaten analysiert. Die Stickstoffmenge je Bodenschicht (g NO<sub>3</sub>-N und g NH<sub>4</sub>-N/10 m<sup>2</sup>) wurde aus Analysenwert (mg/100 g Boden), der Lagerungsdichte, trocken (kg/l) und der Mächtigkeit der Bodenschicht (cm) errechnet. Entsprechend der Flächengröße von Futter-, Tränke- und Liegeplatz wurden 10 m<sup>2</sup> als Bezugseinheit gewählt.

### 3. Ergebnisse

In Tabelle 1 sind die ermittelten Nitrat- und Ammoniumstickstoffmengen von Wurzelzone und ungesättigter Zone zusammengestellt. Die Untersuchungsergebnisse zeigen für die Futter-, Tränke- und Liegeplätze im Gegensatz zu den Auslauflächen hohe, grundwassergefährdende N-Einträge in den Boden. Die überwiegend auf diesen Plätzen abgesetzten tierischen Exkremente führen zu dieser punktuellen N-Belastung.

Tabelle 1: Nitrat-N- und Ammonium-N-Mengen in der Wurzelzone und der ungesättigten Zone von Grünlandflächen mit Winteraußenhaltung von Mutterkühen

Betrieb	Prüfglied	Wurzelzone (1 m)		ungesättigte Zone		
		NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	m	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N
		g N/10 m <sup>2</sup>			g N/10 m <sup>2</sup>	
A	Auslaufläche	69	5	1,5	5	5
	Liege- und Futterplatz	55	504	1,0	109	27
B	Auslaufläche	0	75	5,0	0	310
	Futterplatz	178	590	6,0	4	2527
C	Futterplatz	28	123	2,0	34	8
	Tränkeplatz	166	402	2,0	32	105
	Randzone-Liegeplatz	0	838	2,0	157	30
D	Auslaufläche	6	0	0,5	0	0
	Liege- und Futterplatz	0	368	1,5	72	38
	Liege- und Futterplatz	299	413	1,5	26	8
	Liege- und Futterplatz	222	504	1,5	34	0
E	Auslaufläche	25	16	1,5	18	0
	Randzone-Liegeplatz	102	483	2,5	32	30
	Liege- und Futterplatz	205	69	2,0	25	17
	Liege- und Futterplatz	81	52	1,5	20	19

Der starke Rückgang der Nitrat-N- und Ammonium-N-Mengen in der ungesättigten Zone im Vergleich zur Wurzelzone läßt auf eine intensive NO<sub>3</sub>- und NH<sub>4</sub>-Umsetzung in der

Wurzelzone schließen.

Mit den Unterstellungen, daß die ausgeschiedene N-Menge 190 g N/GV/d beträgt, an 150 Tagen 90 % der in dieser Zeitspanne anfallenden tierischen Exkremente auf den für eine punktuelle Belastung gefährdeten Flächen abgesetzt werden, die Emissionsverluste (Ammoniak) 20 % betragen und 70 g N/GV/d als potentielle N-Menge für einen Eintrag als  $\text{NO}_3\text{-N}$  und  $\text{NH}_4\text{-N}$  in den Boden anfallen, errechnet sich nach Tabelle 2 im Vergleich zu den Meßwerten in Tabelle 1 ein beachtlich höherer N-Eintrag.

**Tabelle 2: Potentieller N-Eintrag unter den Freß-, Tränke- und Liegeplätzen der Betriebe C, D, und E**

Betrieb	Fläche m <sup>2</sup>	Tieranzahl GV	Tage d	N-Eintrag g/10 m <sup>2</sup> $\text{NO}_3\text{-N}$ + $\text{NH}_4\text{-N}$
C	10 000	110	150	1 155
D	1 000	100	150	10 500
E	1 000	85	150	8 925

Die erfolgte Einstreu von Stroh und Heu hat folglich einen erheblichen Anteil des Urin- und Kot-N gebunden.

Bei einem unterstellten Anfall von 135 g N/GV/d errechnet sich eine notwendige Einstreumenge von 6 bis 7 kg Trockenmasse pro GV und Tag. Diese Einstreu-Menge schließt den durch die Tiere gefressenen Anteil aus.

#### **4. Zusammenfassung**

Eine punktuelle, grundwassergefährdende Stickstoffbelastung durch die überwiegend auf den Futter-, Tränke- und Liegeplätzen abgesetzten tierischen Exkremente von Mutterkühen bei Winteraußenhaltung wurde durch Tiefenuntersuchungen mit der Erfassung des  $\text{NO}_3\text{-N}$  und  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehaltes in der Wurzelzone und ungesättigten Zone nachgewiesen. Durch die Einstreu von urin- und kotbindenden Futterresten aus Stroh und Heu ließ sich diese Belastung erheblich reduzieren.

#### **5. Literatur**

AHLGRIMM, H.-J., U. DÄUMGEN, 1994: Beitrag der Landwirtschaft zur Emission von klimarelevanten Spurengasen. - Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 148, FAL Braunschweig-Völkenrode, 75 - 106

ISERMANN, K., R. ISERMANN, 1995: Tolerierbare Emissionen des Stickstoffs einer nachhaltigen Landwirtschaft, ausgerichtet an den kritischen Eintragsraten der naturnahen Ökosysteme. - Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges. 76, 547 - 550

MURSCHEL, B., C. FUCHS, F. KERNER, 1993: Einzelbetriebliches und gesellschaftliches Optimum der N-Düngung-Interessenkonflikt Landwirtschaft-Wasserwerk. - Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges. 72, 187 - 190

- ROBERTSON, G. P., 1993: Fluxes of nitrous oxide and other nitrogen gases from intensively managed landscapes: A global perspective. . ASA Special Publications No. 55, Agricultural ecosystem effects on trace gases and global change 95, 109
- SCHÖN, M., R. WALZ, 1993: Emissionen der Treibhausgase Distickstoffoxid und Methan in Deutschland. - Umweltbundesamt (Hrsg.) Forschungsbericht 10402682, UBA - FB 93 - 121, Erich Schmid Verlag Berlin
- WEISE, G., J. PICKERT, 1993: Monitoring-Programm zur Abschätzung der Bodenbelastung infolge N-Eintrages in die ungesättigte Zone. - VDLUFA-Schriftenreihe 37, 111 - 114 Kongreßband 1993
- WEISE, G., 1995: Untersuchungen zur Nitrat- und Ammoniumanreicherung in der ungesättigten Zone unter Acker- und Grünlandflächen Brandenburger Futterbaubetriebe. - 5. Gumpensteiner Lysimetertagung "Stofftransport und Stoffbilanz in der ungesättigten Zone" BAL Gumpenstein, 127 - 129



# **Ergebnisse zur Winterweide mit Mutterkühen und Mastrindern**

von

U. Bauer und A. Titze

**Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft  
und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern**

## **1. Einleitung**

In Mecklenburg-Vorpommern werden etwa 20.000 Mutterkühe ganzjährig im Freiland gehalten. In den meisten Fällen überwintern die Tiere an Futterstellen. Damit werden die Kosten für den Stall gespart. Dieses Verfahren läßt wegen der oft erheblichen punktuellen Nährstoffeinträge Nachteile für die Umwelt erwarten.

Der Verlust von Pflanzennährstoffen, die Zerstörung der Grasnarbe an den Futterstellen, Futterverluste und manchmal erhöhte arbeitswirtschaftliche Aufwendungen machen den Einspareffekt bei den Stallkosten bisweilen wieder zunichte.

Vorliegende Untersuchungen hatten zum Ziel, Möglichkeiten für die ganzjährige Weidehaltung von Mutterkühen und Mastrindern unter den Standort- und Klimabedingungen Mecklenburg-Vorpommerns zu erforschen. Mit dem zu entwickelnden Verfahren sollten weitere Kosteneinsparungen (Futterkonservierung, Fütterung) erreicht und die von den Futterstellen ausgehenden Gefahren für das Grundwasser vermieden werden.

## **2. Material und Methoden**

Für die Anlage von Winterweiden erschienen besonders ausdauernde, wintergrüne Futtergräser geeignet. In früheren Versuchen erwies sich Rohrschwingel (*Festuca arundinacea*) im Hinblick auf Ertrag, Ausdauer und Gesundheit gegenüber den weiteren wintergrünen Futtergräsern überlegen.

Die Durchführung der Untersuchungen erfolgte über den Zeitraum von vier Jahren (1994-1997) bei Verwendung der Rohrschwingelsorte "Barcel" an drei Standorten mit unterschiedlichem Tiermaterial (Tabelle 1). Das Verfahren ist wie folgt zu beschreiben:

- Ansaat des Rohrschwingels auf im Winter trittfesten Standorten (Ackerzahlen unter 35; kein Grundwasser)
- Schaffung eines Futtevvorrates durch Schonung der Grasnarbe ab Anfang August und Ausbringung einer Stickstoffgabe von etwa 60 kg N/ha
- Unterteilung der Winterweide in 4 bis 6 Koppeln ( ein E-Draht)
- Bereitstellung von Tränkwasser
- Bereithaltung von Heu bzw Silage für extreme Schneeverhältnisse

Tabelle 1: Charakteristik der Versuchsbedingungen

	Standort 1 Vorpommern	Standort 2 Ostseeküste Mecklenburg
Niederschlag (mm)	565	589
Temperatur (°C)	8,1	8,4
Bodenart	SI	SI
Ackerzahl	32	34
Tiermaterial	- Kühe, Färsen Rasse Galloway - Bullen, Ochsen Galloway x Schwarzbunt	- Kühe Färsen Rasse Charolais Fleckvieh

### 3. Ergebnisse

Bei der Winterweide war zunächst zu klären, ob das Futter in Menge und Qualität den Anforderungen der Rinder genügt. Die Ergebnisse lassen erkennen, daß der im Spätsommer heranwachsende Aufwuchs für die Ernährung von ein bis zwei Großvieheinheiten (GVE) je ha ausreicht (Tabelle 2). Der Gehalt an Rohprotein und Rohfaser des Weidegrases befindet sich auch im Winter im für Mutterkühe günstigen Bereich.

Tabelle 2: Ertrag und Rohnährstoffgehalt von Rohrschwingel während des Winters

	Dezember	Januar	Februar	März
Ertrag dt/ha	31,3	30,0	28,9	27,1
RP %	16,4	17,4	16,0	16,4
RFa %	24,8	26,7	28,1	27,2
RA %	10,0	8,9	8,9	8,1

Die Verdaulichkeit und damit der Futterwert sowie die Akzeptanz des Futters vom Rohrschwingel liegen nach zahlreichen Untersuchungen niedriger als bei anderen Futtergräsern (BAUER et al. 1983; PRAGER 1983; PETERSEN 1992). Im Hinblick auf die Futteraufnahme gab es bei den Rohrschwingelweiden der Sorte "Barcel" im Sommer keine Unterschiede zu den benachbarten Weidelgras-Weißkleewiden. Auch im Winter haben die Rinder die Flächen sauber abgeweidet. Die Verdaulichkeit des Rohrschwingels während des Winters wurde mittels des standardisierten Hammeltests untersucht (Tabelle 3) und läßt eine Abnahme im Verlaufe des Winters erkennen.

**Tabelle 3: Ergebnisse von Verdaulichkeitsuntersuchungen mit Hammeln  
(Mittel 1995/96)**

Verdaulichkeit %	Dezember	Januar	Februar	März
organ.Substanz	74,5	70,3	67,1	66,7
Rohprotein	70,2	62,9	63,4	68,0
Rohfaser	77,4	75,3	73,7	73,8

Im März stiegen die Werte wegen des Durchwuchses des jungen Grases wieder an. Der Energiegehalt des Rohrschwingels ist bei Anrechnung der bei den Hammeln festgestellten Verdaulichkeit niedriger als nach Schätzgleichungen auf der Basis der Rohnährstoffgehalte (Tabelle 4).

**Tabelle 4: Ermittlung des Energiegehalts des Rohrschwingels auf der Winterweide  
(NEL/kg TM) nach unterschiedlichen Methoden**

Methode	Dezember	Januar	Februar	März
LK Rheinland-Pfalz	6,35	6,06	6,11	6,12
Gleichung WEISSBACH	6,38	6,10	6,08	6,10
DLG mit ermittelter Verdaulichkeit	6,17	5,78	5,34	5,23

Die Blattmasse des Rohrschwingels stirbt im Verlaufe des Winters zunehmend ab (Anteil grüner Blätter im März etwa 40%). Wegen der niedrigen Temperaturen kommt es aber nicht zur Fäulnis, so daß der Rohrschwingel als Futtevvorrat auf dem Halm geeignet ist.

Die Lebendmassezunahme der Kühe und tragenden Färsen (Tabelle 5) war etwa so groß wie das Geburtsgewicht der Kälber (Kalbezeit März/April). Einfluß hat auch die Kondition der Kühe im Herbst; z.B. kann man bei der Lebendmasse von mehr als 750 kg einiger Charolaiskühe kaum noch Zunahmen erwarten.

Die Zunahmen der nicht tragenden Färsen, der Ochsen und Bullen blieben mit weniger als 300 g/Tag deutlich unter den Anforderungen. In welcher Weise durch Zufütterung von hochwertigem Konservatfutter bzw. Konzentraten die Zunahmen zu verbessern sind, wurde nicht untersucht.

Ebenfalls offen bleibt die Frage, ob die geringen Gewichtszunahmen während des Winters durch kompensatorisches Wachstum während der Vegetationsperiode auszugleichen sind.

**Tabelle 5: Lebendmasseentwicklung von Kühen, Färsen, Ochsen und Bullen auf der Winterweide**

Tiergruppe	Lebendmasse (kg) im Dezember	Lebendmassedifferenz im März (kg)
Kühe Charolais	687	+ 41
Kühe Fleckvieh	617	+ 26
Kühe Galloway	547	+ 13
Färsen Charolais	550	+ 60
Färsen F1 SBxGalloway	357	+ 19
Ochsen F1 SBxGalloway	346	+ 7
Bullen F1 SBxGalloway	307	+ 16

#### 4. Schlußfolgerungen

Für die Anlage von Winterweiden können Sorten des Rohrschwingels (feinhalmige, weiche Weidetypen) empfohlen werden. Die Standorte müssen auch im Winter trittfest bleiben (leichte Böden). Lehm- oder Moorböden sind nur bedingt geeignet (Beweidung bei Frost). Der erste und zweite Aufwuchs der Winterweiden ist als Weide bzw. besser zur Gewinnung von Konservatfutter zu nutzen. Da nur der im Spätsommer und Herbst heranwachsende Ertrag für die Beweidung im Winter geeignet ist, kann lediglich ein Teil des Viehbestandes (etwa 25%) im Winter weiden. Nur wenn ausreichend billige Flächen zur Verfügung stehen oder der Ertrag des 1. und 2. Aufwuchses verkauft bzw. gemulcht werden kann bestehen Möglichkeiten den Anteil zu erhöhen.

Durch den winterlichen Weidegang verursachte gesundheitliche Schäden der Rinder traten nicht auf. Das Betreten von vereisten Gewässern ist zu verhindern (auszäunen der Teiche). Schneehöhen bis 25 cm bereiten keine Probleme, wenn noch Spitzen des Grases herausragen. Auf kurzem Gras können die Rinder bei geschlossener Schneedecke kein Futter finden. Bei Schneesturm drängen die Tiere dicht zusammen und nehmen kein Weidefutter auf. In diesen Situationen sind die Herden mit Zufutter zu versorgen. Bei normalen Bedingungen ist Zufutter von Heu bzw. Stroh nicht zu empfehlen. Stroh wird bei ausreichend Weidefutter kaum aufgenommen. Heu ist beliebter als Gras, so daß die Tiere erst weiden, wenn der Heuvorrat aufgefressen ist.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist das Verfahren der Winterweide als ein Weg zur Verbesserung der Rentabilität der Mutterkuhhaltung zu betrachten. Die Einsparungen an Kosten für den Winterstall, die Futterkonservierung, die Entsorgung der Exkremente und die Stallfütterung betragen je Mutterkuh etwa 400,00 DM. Dem gegenüber stehen nur geringe Mehraufwendungen für Einzäunung, Wasserversorgung und Tierbetreuung.

#### Literatur:

BAUER, U., ALERT, H.J., TITZE, E.: Anbaueignung und Futterwert von Rohrschwingel (*Festuca arundinacea* Schreb.)

Wiss. Zeitschr. der WPU Rostock 32. Jg. Naturwissenschaftliche Reihe, H.4, 24-27

PETERSEN, W. 1992: Untersuchungen zum Anbau von Rohrschwingel und Rohrschwingelbastarden auf Niedermoor. Diss. Universität Rostock

PRAGER, V. 1993: Untersuchungen über den landwirtschaftlichen Nutzwert des Rohrschwingels. Diss. Universität Gießen

# Auswirkungen der Winterdraußenhaltung von Mutterkühen im Mittelgebirge auf den Pflanzenbestand, Boden-N-Gehalt und die Bodenwasserqualität

von

Dr. habil. Hans Hochberg und Andrea Weiß

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena,  
Referat Grünland und Futterbau, Wandersleben

## 1. Problemstellung

Im Freistaat Thüringen werden mindestens 10 % des Mutterkuhbestandes ganzjährig im Freien gehalten. Ausschlaggebend für diese Haltungsform ist der Zwang zur Verringerung der Produktionskosten und zur Stabilisierung der Tiergesundheit.

Unter den Witterungsbedingungen im Mittelgebirge ist die Freilandhaltung der Fleischrinder im Winter an eine obligatorische Konservatzufütterung gebunden.

In mehrjährigen Begleituntersuchungen zur Winterdraußenhaltung von Fleischrindern auf einer Dauerweide im Thüringer Schiefergebirge sollten die Auswirkungen auf den Pflanzenbestand,  $N_{\min}$ -Gehalt des Bodens sowie Qualitätskriterien von Quellwasser untersucht werden.

## 2. Material und Methode

Kriterien	Beschreibung
Standort	<ul style="list-style-type: none"><li>• 600...650 m ü. NN</li><li>• 850 mm Jahresniederschlag</li><li>• 5,4°C Jahresdurchschnittstemperatur</li><li>• Schieferschutt-Braunerde</li></ul>
Weidegebiet	<ul style="list-style-type: none"><li>• Größe: 20,4239 ha</li><li>• reich struktuiertes Gebiet mit zahlreichen Gehölzgruppen (punkt- und linienförmig), nach Süden und Westen an Hochwald angrenzend</li><li>• Freie Verebnungsfläche in Plateaulage und ostexponierter, terrasierter Hangbereich mittlerer Neigung mit Verebnungsflächen in windgeschützter Lage</li><li>• Quellaustritt im unteren Hangbereich</li></ul>
Tierbestand	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mutterkühe, Rasse Fleckvieh</li><li>• 37...59 Tiere während der Winterperiode</li></ul>
Futtergrundlage	<ul style="list-style-type: none"><li>• Heu ad-libitum, Silagefütterung im Bedarfsfall</li><li>• Kraftfuttereinsatz nur als „Lockfutter“</li></ul>
$N_{\min}$ -Gehalt	<ul style="list-style-type: none"><li>• Herbst- und Frühjahrsbeprobung</li><li>• 25 Dauerbeobachtungsflächen (Tränke, Futterplatz, Weideareale)</li><li>• 4 Probenahmetiefen (0-10, 10-20, 20-30, 30-60 cm u. F.) sowie einmalige Tiefenbohrung bis 90 cm</li></ul>
Quellwasser	<ul style="list-style-type: none"><li>• wöchentlich Probenahme aus fließender Welle</li><li>• Untersuchung auf <math>N</math>, <math>NH_4</math>, <math>NO_3</math></li></ul>
Pflanzenbestand	<ul style="list-style-type: none"><li>• EA-Schätzung nach KLAPP-STÄHLIN</li></ul>

## 3. Ergebnisse

### Pflanzenbestand

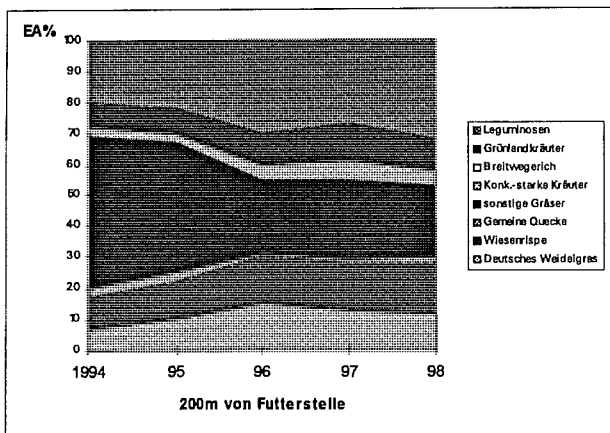
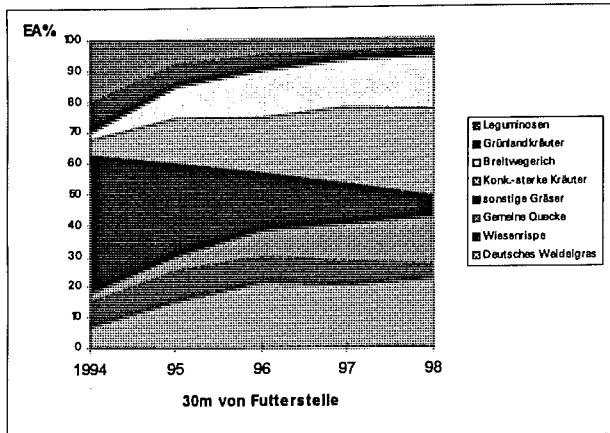
Winterdraußenhaltung auf Dauergrünland im Mittelgebirge beansprucht die Grasnarbe infolge Verbiß und Trittbelastung durch die Weidetiere insbesondere während frost- und/oder schneefreier Perioden. Auf stark frequentierten Teilflächen, vor allem im Bereich des Futterplatzes, in unmittelbarer Umgebung der Tränke sowie entlang der

Triften zu exponierten Arealen im Weidegebiet, wird zwangsläufig die Narbe zertreten. Das Ausmaß stark geschädigter Grünlandnarbe ist abhängig von der Art und Weise der Futtervorlage und vom Tierbesatz, vor allem aber vom Witterungsverlauf während der Wintermonate (Tab. 1).

Tabelle 1: Ausmaß der Narbenzerstörung des Grünlandes bei Winterdraußenhaltung der Fleischrinder auf einem Mittelgebirgsstandort

Winterhalbjahr	Herdengröße (Tierzahl)	Tierbesatz		Narbenschäden	
		(Kühe/ha)	(ha/Tier)	(Fläche - %)	m <sup>2</sup> /Tier
1995/96	37	1,8	0,552	5	284
1996/97	59	2,9	0,346	11	385
1997/98	55	2,7	0,371	12	440

Der Flächenanteil mit sehr stark geschädigter Narbe belief sich nach dem kalten Winter 1995/96 auf 5 Prozent, während nach den zwei folgenden, sehr milden Wintern auf einem wesentlich größeren Flächenanteil die Narbe total zertreten war. Die dadurch



bedingten Veränderungen in der Zusammensetzung des Pflanzenbestandes sind erheblich. Kennzeichnend ist eine auf Teilflächen fortschreitende Verunkrautung, welcher auch durch Nachsaat nur begrenzt begegnet werden kann. Die Ausbreitung konkurrenzstarker Unkräuter hat in den letzten Jahren ein bedenkliches Ausmaß erreicht und die Narbe ist nesterweise stark lückig (siehe Abbildungen).

Auf dem überwiegenden Flächenanteil waren keine nennenswerten Trittschäden zu verzeichnen. Bei geringer Trittintensität und regelmäßigem Verbiß sind eine ausgewogene Bestandeszusammensetzung sowie eine dichte Narbe erhalten geblieben. Es hat sich ein artenreicher Bestand vom Typ der Weidelgras-Weißkleeweide entwickelt, der mosaikartig mit Magerweidetypen (Rotstraußgrasweide) vergesellschaftet ist.

Die Beweidung im zeitigem Frühjahr regt die Pflanzen zu verstärkter Seitentriebbildung an und schränkt die Blütenbildung ein, so daß Nachtrieb und Weidekontinuität verbessert werden.

### N<sub>min</sub>-Mengen im Boden

In Verbindung mit der Narbenzerstörung auf Teilflächen durch den Tritt der Tiere kommt es auf diesen Arealen auch zu einer konzentrierten Kot- und Harnablage, was zu hohen N- und K-Gehalten im Boden führt. Bei Winterdraußenhaltung war gegen Ende des Winters 1995/96 im Bereich der Futterstelle gegenüber extensiver Sommerweide in 0-30 cm die doppelte und in der Bodentiefe 0-90 cm sogar die dreifache N<sub>min</sub>-Menge festzustellen, verbunden mit einer deutlichen N-Verlagerung in tiefere Schichten (Tab. 2).

Bereits in 100 m Entfernung von der Futterstelle wurden nur noch 50 kg N/ha für die Bodentiefe 0-90 cm ermittelt, wovon mehr als 80 Prozent auf die oberen 30 cm entfallen. Auf dem überwiegenden Flächenanteil ließen sich N-Mengen nachweisen, die denen der extensiven Mähweide entsprachen. Unter Waldboden wurden niedrigere Werte ermittelt, als auf dem Grünland.

Tabelle 2: N<sub>min</sub>-Menge (kg/ha) verschiedener Teilflächen einer Winterweide im Vergleich zu Extensivgrünland und Wald im Thüringer Schiefergebirge (PAUL, 1997)

Standort	Bodentiefe (cm)	N <sub>min</sub> (kg/ha)			
		0-30	30-60	60-90	0-90
Extensive Mähweide		33	8	2	43
Wald		41	7	3	51
Winterweide					
	Futterstelle	67	25	40	132
	100 m Entfernung	41	4	5	50
	200 m Entfernung	19	3	5	27
	400 m Entfernung	24	3	3	30

Probenahme 4/96

Anhand dreijähriger Untersuchungen kann in Tab. 3 verdeutlicht werden, daß auf allen Beprobungsteilflächen eine N-Akkumulation stattgefunden hat, die jedoch mit der Entfernung von der Tränke oder vom Futterplatz stark zurückgeht. N-Anreicherungen über Winter finden vorwiegend nur in den obersten 10 cm des Bodenprofils und in noch nennenswertem Ausmaß in 10-20 cm Bodentiefe statt. Die höchste N-Konzentration und deutlichste N-Verlagerung in tiefere Bodenschichten war im Bereich der Tränke festzustellen, auf dem Futterplatz war dies wesentlich geringer und ab 30 m Entfernung von diesen Plätzen lag die N-Menge in 0-60 cm Bodentiefe meist unter 40 kg/ha.

Tabelle 3:  $N_{\min}$ -Menge (kg/ha) unter Dauergrünland bei Freilandhaltung von Mutterkühen im Winter auf einem Mittelgebirgsstandort  
-Mittel aus 3 Versuchsperioden 1995...1998-

Standort	$N_{\min}$ (kg/ha)							
	vor Winter				nach Winter			
	Bodentiefe (cm)							
	0-10	10-20	20-30	30-60	0-10	10-20	20-30	30-60
<b>Futterplatz</b>	21	8	4	6	61	20	7	13
30 m Entfernung	13	5	4	7	40	9	5	5
90 m Entfernung	14	7	5	8	19	8	4	8
120 m Entfernung	9	5	3	4	20	6	3	7
200 m Entfernung	6	3	2	2	14	6	6	6
400 m Entfernung	9	3	2	3	23	8	5	7
<b>Tränke</b>	50	20	12	15	79	27	15	31
30 m Entfernung	19	11	4	4	38	13	6	8
60 m Entfernung	9	5	3	5	34	7	4	7

### Bodenwasserqualität

Bei ordnungsgemäßer Winterdraußenhaltung, bei der z.B. Quellbereiche im Weidegebiet ausgekoppelt sind, ist eine kritische Belastung des Bodenwassers nicht eingetreten. Eine Quellwasserbeeinflussung war nach einjähriger Serienanalyse noch nicht nachweisbar (Tab. 4).

Tabelle 4: N-Gehalt von Sickerwasser und Oberflächenabflußwasser auf Mittelgebirgsgrünland (KNOBLAUCH, 1998)

Kriterium	$N_i$	$NH_4$ (mg/l)	$NO_3$
Sickerwasser auf Rinderweide <sup>1)</sup>			
ganzjährige Freilandhaltung	0,7	0,06	13,8
Weide während Vegetationszeit (Referenzfläche)	0,8	0,05	6,3
Oberflächenabfluß z.Z. der Schneeschmelze <sup>2)</sup>	7,8	2,74	14,4
Grenzwerte TWVO	1,0	0,50	50,0

1) Untersuchungszeitraum 10/95...10/96, wöchentliche Probenahme

2) 3/96

In hängigem Gelände besteht das eigentliche Problem im unkontrollierten Oberflächenabfluß nach plötzlicher Schneeschmelze oder Starkregen. In entsprechenden Untersuchungen erreichte die N-Konzentration im Oberflächenwasser ein Vielfaches der des Quellwassers, welches in unmittelbarer Nähe des Oberflächenabflusses austrat. Derartige Erscheinungen treten jedoch auch nach schweren Gewittern während der Vegetationsperiode auf.

### **3. Schlußfolgerungen**

- Die Freilandhaltung der Rinder im Winter auf Dauergrünland verursacht punktuelle, kaum vermeidbare Narbenschädigungen sowie Nährstoffanreicherungen vorwiegend bis in 20 cm Bodentiefe im Bereich der Tränke und der Futterstelle.
- Bei ad-libitum-Konservatfütterung gehen von der Anwesenheit der Rinder im Winter auf der Weide ab 30...60 m Entfernung von Tränke und Futterplatz keine nennenswerten Belastungen des Bodens und Pflanzenbestandes aus.
- Eine Beeinträchtigung der Qualität des Quellwassers trat selbst nach mehrjähriger Winterdraußenhaltung nicht ein, so daß bei Gebietsbetrachtungen die Versickerung vernachlässigbar erscheint.



# Untersuchungen zur extensiven Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden

von

Stephan Schäfer<sup>1</sup>, Gotthard Adolf<sup>2</sup> und Axel Segert<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institut für Tierzucht und Tierhaltung mit Tierklinik,

<sup>2</sup> Institut für Acker- und Pflanzenbau und

<sup>3</sup> Agrarökologisches Institut e. V.

der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

## 1. Problemstellung

Der Artenreichtum und die Entwicklung des Wirtschaftsgrünlandes wird maßgeblich durch die Standortbedingung und Bewirtschaftungsintensität bestimmt. Bis zur Mitte dieses Jahrhunderts waren auf dem Grünland floristisch und pflanzensoziologisch vielgestaltige Pflanzengesellschaften bestimmend.

Eine intensive landwirtschaftliche Nutzung des Dauergrünlandes und Maßnahmen zur Ertragssteigerung sowie Verbesserung der Futterqualität führten in der jüngsten Vergangenheit zu einer Artenverarmung und Vernichtung von Grünlandbiotopen. Eine extensive Bewirtschaftung von Grünlandflächen, unter Einbeziehung von aufwandarmen Formen der Nutztierhaltung, gewinnt daher nicht nur aus wirtschaftlichen Erwägung, sondern aus Gründen des Arten- und Biotopschutzes eine zunehmende Bedeutung.

In den großen Grünlandgebieten wurden kurzfristig, vor allem in den neuen Bundesländern, große Teile des Wirtschaftsgrünlandes einer verminderten Nutzung unterstellt bzw. Ackerflächen in extensiv zu nutzendes Grünland umgewandelt.

Ziel der durchgeführten Untersuchung ist es, den mehrjährigen Einfluß einer extensiven Bewirtschaftung auf Pflanzenbestand, Ertrag und Qualität der Grünlandaufwüchse sowie deren Verwertbarkeit zu ermitteln.

## 2. Methoden

Auf einem Dauergrünlandstandort frisch-feuchter Lage in Pratau/ Elbaue und in Iden/ Altmärkische Wische wurden Parzellenversuche unter Schnitt- bzw. Weidennutzung angelegt. Die Durchführung des Weideversuches erfolgte auf in Grünland umgewandeltem Ackerland. Als Prüffaktoren gelangten eine gestaffelte Stickstoffdüngung und der Einfluß des Schnittzeitpunktes zum ersten Aufwuchs zur Prüfung.

Bei Mäh- und Weidennutzung konzentrierte sich eine umfassende Datengewinnung auf die Entwicklung der Pflanzenbestände, die Ertragsermittlung sowie auf die Kennzeichnung der Weideleistung von heranwachsenden Fleischrindern unter extensiven Haltungsbedingung (Mähstandweide).

Die Weideversuche wurden ausschließlich auf Grünlandflächen im Bereich der Lehr- und Versuchstation des Landes Sachsen-Anhalt für Tierhaltung und Technik in Iden durchgeführt. Zu den einzelnen Aufwüchsen wurde eine Erfassung der Artenanzahl und ihrer Bestandesanteile mittels Ertragsanteilschätzung vorgenommen.

Die Ermittlung der Trockensubstanzerträge erfolgte unmittelbar vor der Nutzung der Mähparzellen und Weidekoppeln durch eine repräsentative Probemahd. Bei Mähstand-

weide wurde unter Berücksichtigung des Weideertrages und eines angepaßten Viehbesatzes ausschließlich Grundfutter der Versuchspartellen an die herangewachsenen Fleischerinder verabreicht und die Weideleistung ermittelt. Boden- und Pflanzenproben analysierte die Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt des Landes Sachsen-Anhalt nach standardisierten Methoden.

### 3. Ergebnisse

- Eine mehrjährige Unterlassung bzw. Verminderung der Stickstoffdüngung wirkt sich in Abhängigkeit von den Standort- und Wachstumsbedingungen unterschiedlich stark auf den Gehalt an pflanzenverfügbaren Nährstoffen im Boden aus und führt zu einer Veränderung in der Bestandesentwicklung (ADOLF und SCHÄFER, 1996).
- Mit fortschreitender Aushagerung der Grünlandstandorte und Reduzierung der Nutzungshäufigkeit kommt es häufig zur Erhöhung des Kraut- und Leguminosenanteils (Abb.1).
- Grasreiche, dichte Dauergrasnarben ließen eine geringere Bestandsveränderung erkennen als die Ansaaten mehrjähriger Gras-Leguminosen-Mischungen. Eine späte Schnittnutzung von Feuchtgrünland fördert den Krautanteil der Bestände.
- Im Vergleich zu gedüngten Parzellen (30...90 kg N/ha) bewirkte eine Unterlassung der Stickstoffdüngung bei Schnittnutzung (<15.6) einen Rückgang des Trockensubstanzertrages um durchschnittlich 30% (im Weideversuch um 20 ...50%), wie in der Tab. 1 bzw. Abb.2 dargestellt ist.
- Unter dem Einfluß eines späten Schnittzeitpunktes im ersten Aufwuchs und zweimaliger Nutzung verminderte sich deutlich der Gehalt an qualitätsbestimmenden Inhaltsstoffen und die Energiedichte des Grundfutters (Tab.3).
- Bei Mähweidenutzung, auf in Grünland umgewandelten Ackerflächen und nicht gedüngten Ansaaten, ging die Nettoweideleistung, im Vergleich zu gedüngten Parzellen ( N-Düngung bis 150 kg N/ha ), um ca. 30%...50% auf weniger als 22.000 MJ NEL/ha zurück, wie Tab. 3 zu entnehmen ist.
- Bei extensiver Mähstandweidenutzung von Gras-Leguminosen-Ansaaten durch aufwachsende Fleischerinder konnte mit Besatzstärken von ca. 1,0 GV/ha eine tägliche Lebendmassezunahme von mehr als 1090g/Tier ermittelt werden (SEGERT und FUHRMANN, 1997).

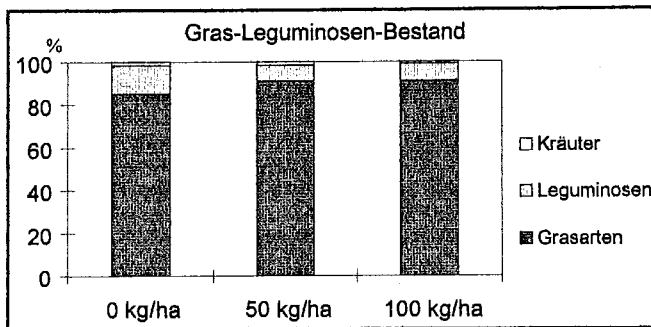


Abbildung 1: Bestandeszusammensetzung des Gras-Leguminosen-Bestandes in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung am Standort Iden

Tabelle 1: Trockensubstanzerträge (Gras-Leguminosen-Bestände) der Mähstandweidefläche in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung am Standort Iden

Koppel	N-Düngung kg N/ha	Aufwuchs					1.- 5. Aufwuchs	
		1.	2.	3.	4.	5.	absolut	relativ
1	0	25,0	5,2	2,6	3,0	2,1	37,9	50
2	75	51,4	3,6	1,9	1,8	1,7	60,4	81
3	150	57,0	4,7	6,5	3,1	3,6	74,9	100

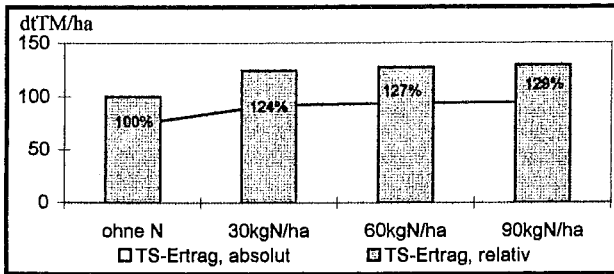


Abbildung 2: Jahresertrag an Trockensubstanz des Wiesenfuchsschwanzbestandes in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung in der Elbaue im Jahre 1996

Tabelle.2: Nährstoffgehalt und Energiedichte des Futters eines Wiesenfuchsschwanz-Bestandes in Abhängigkeit vom Schnitzeitpunkt im ersten Aufwuchs 1997 in der Elbaue

Schnitzeitpunkt	Rohfaser	Rohprotein	Rohfett	Rohasche	NEL
	g/kg TS				MJ/kg TS
01.06.	27,9	8,6	2,5	7,8	5,5
10.06.	28,6	6,6	2,5	8,8	5,4
20.06.	29,2	5,8	2,4	7,4	5,2
30.06.	28,9	4,9	2,0	6,9	4,6

Tabelle 3: Ergebnisse der Weidehaltung von heranwachsenden Fleischrindern in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung am Standort Iden im Jahre 1997

Merkmal	ME	Koppel 1	Koppel 2	Koppel 3
		ohne N	75 kg N/ha	150 kgN/ha
Besatzstärke	GV/ha	0,95	1,32	1,69
TM-Ertrag (1. Aufwuchs)	dt/ha	18,8	39,7	45,6
LM-Produktion	kg/ha	440	553	716
Weidetagzunahme	g/Tier	1.097	978	1.018
Nettoweideleistung	MJ NEL/ha	21.245	33.820	46.058
relativ	%	46	73	100

#### 4. Schlußfolgerung

Eine extensive Bewirtschaftung von Grünlandflächen durch Verringerung der Nutzungshäufigkeit und Reduzieren der Stickstoffdüngung ist mit einem Verzicht auf Ausschöpfung des standörtlichen Ertragspotentials verbunden und zieht in vielen Fällen eine abnehmende Futterqualität nach sich.

Durch eine Mutterkuhhaltung von Fleischrindern und deren Nachkommen kann eine zunehmende Grünlandfläche aufwandarm genutzt und gepflegt werden.

Das Mähstandweideverfahren eignet sich bevorzugt für eine extensive Nutzung von arrondierten Grünlandflächen.

#### Literatur

- ADOLF, G.; SCHÄFER, S.: Grundlagen und Maßnahmen zur Renaturierung geschädigter Grünlandvegetation im Biosphärenreservat Mittlere Elbe durch Extensivierung. Abschlußbericht, Martin-Luther-Universität, Halle, 1996
- SEGERT, A.; FUHRMANN, M.: Untersuchungen zur Umweltverträglichkeit der Grünlandbewirtschaftung mit Fleischrindern bei unterschiedlichen Düngungsintensitäten. Sachbericht, Martin-Luther-Universität, Halle, 1997

# Untersuchungen zum futterbaulichen Wert extensiv bewirtschafteten Niedermoorgrünlandes

von

Matthias Benke und Christoph Hermanspahn

Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser - Ems des Fachbereichs Agrarwissenschaften der Georg - August - Universität Göttingen

## 1. Einleitung

Moore nehmen aufgrund zahlreicher ökologischer Funktionen im Naturhaushalt eine Sonderstellung ein. Die Ziele des Naturschutzes nach Erhalt des noch mehr oder weniger intakten Niedermoores bzw. nach einer Regeneration von zwischenzeitlich intensiv genutztem Niedermoorgrünland sollen mit Hilfe von Naturschutzprogrammen umgesetzt werden. Dabei stellen die Auflagen zur Grünlandbewirtschaftung - Wiedervernässung, späte erste Nutzung, Verbot von Düngungs- und Pflegemaßnahmen - gravierende Eingriffe in die Wirtschaftsweise des Landwirten dar. Im Rahmen des BMBF - Verbundvorhabens „Ökosystemmanagement für Niedermoores“ (KUNTZE 1995, PFADENHAUER, 1995) galt es, die Auswirkungen einer Auflagenwirtschaft auf die Entwicklung des Ertrages und die Futterqualität von Aufwüchsen des Niedermoorgrünlandes zu untersuchen.

## 2. Material und Methoden

Zur Klärung der Versuchsfragen wurde 1992 entsprechend den Angaben in den Tabellen 1 und 2 Feldversuche als Blockanlagen mit vier Wiederholungen angelegt. Dieser als Kleinparzellen konzipierte Feldversuch ist in eine Großparzellenanlage (Gesamtgröße 12 ha) integriert, die durch aktiven Wassereinstau über ein Gruppensystem in die Vernässungsstufen „unvernäßt“ und „vernäßt“ unterteilt ist. Da dies System erst im Frühsommer 1993 fertiggestellt wurde, sind im folgenden die Ergebnisse der Versuchsjahre 1994 bis 1996 dargestellt. Die Flächen werden im Winterhalbjahr überstaut. 3 - 4 Wochen vor der Nutzung wird der Wasserstand auf 30 - 40 cm unter GOF gesenkt. Danach erfolgt der erneute Einstau bis zur nächsten Nutzung.

Tabelle 1: Varianten/unvernäßt

Faktor	Stufe	Abk.
1. Schnittregime	1.1 3-Schnitt; 1. Nutzung 20. Mai	SV3
	1.2 2-Schnitt; 1. Nutzung 15. Juni	SV2
2. Düngung	2.1 Kontrolle	0
	2.2 100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * ha <sup>-1</sup> + 200 kg K <sub>2</sub> O * ha <sup>-1</sup>	PK
	2.3 100 kg N * ha <sup>-1</sup> + 100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * ha <sup>-1</sup> + 200 kg K <sub>2</sub> O * ha <sup>-1</sup>	N1PK

Tabelle 2: Varianten/vernäßt; nur 2-Schnittnutzung (siehe SV2)

Faktor	Stufe	Abk.
1. Düngung	n	
	2.1 0	0
	2.2 100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * ha <sup>-1</sup> + 200 kg K <sub>2</sub> O * ha <sup>-1</sup>	PK
	2.3 100 kg N * ha <sup>-1</sup> + 100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * ha <sup>-1</sup> + 200 kg K <sub>2</sub> O * ha <sup>-1</sup>	NPK

Bei dem Standort handelt es sich um ein flaches, stark veredetes, basenreiches Niedermoor mit einer Torfmächtigkeit von 30 - 120 cm und einem Anteil der org. Substanz von ca. 40 %. Botanisch sind die Flächen durch die Dominanz von nur

wenigen, niedermoortypischen Arten gekennzeichnet. Vor allem Wiesenfuchsschwanz, Rohrglanzgras und Wolliges Honiggras herrschen vor. Kräuter sind nur in geringen Ertragsanteilen vorhanden, Leguminosen fehlen. Die Futterqualität wurde über folgende

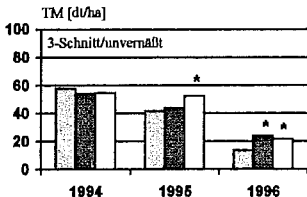
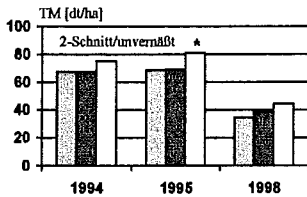
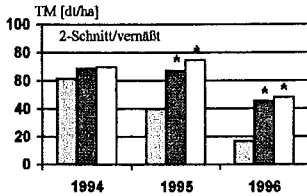
Parameter bestimmt:	Parameter	Methode
	Rohprotein	macro - N / NIRS
	Rohfaser	LUFA / NIRS
	Verdaulichkeit	Futterwertprüfung <sup>†</sup> an angedüngtem Material des Großparzellenversuches
	Energiekonzentration	- " -

<sup>†</sup>Hammeltest; durchgeführt am Institut für Tierphysiologie und Tierernährung, Prof. Abel, Uni Göttingen

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Trockenmasseerträge

In Abbildung 1 sind die Trockenmasseerträge des 1. Aufwuchses in Abhängigkeit der Düngung und des Schnittregimes für den vernähten und unvernähten Bereich der Jahre 1994 bis 1996 dargestellt. Die Jahre 1992 und 1993 stehen noch unter dem Einfluß der Vorbewirtschaftung und spiegeln die eutrophen Verhältnisse des Niedermoorstandortes wieder. Hohe TM-Erträge bei nur geringen Düngungseffekten sind charakteristisch.



□ 0 ■ PK ▒ NPK

\* = gesicherte Unterschiede zur 0-Variante

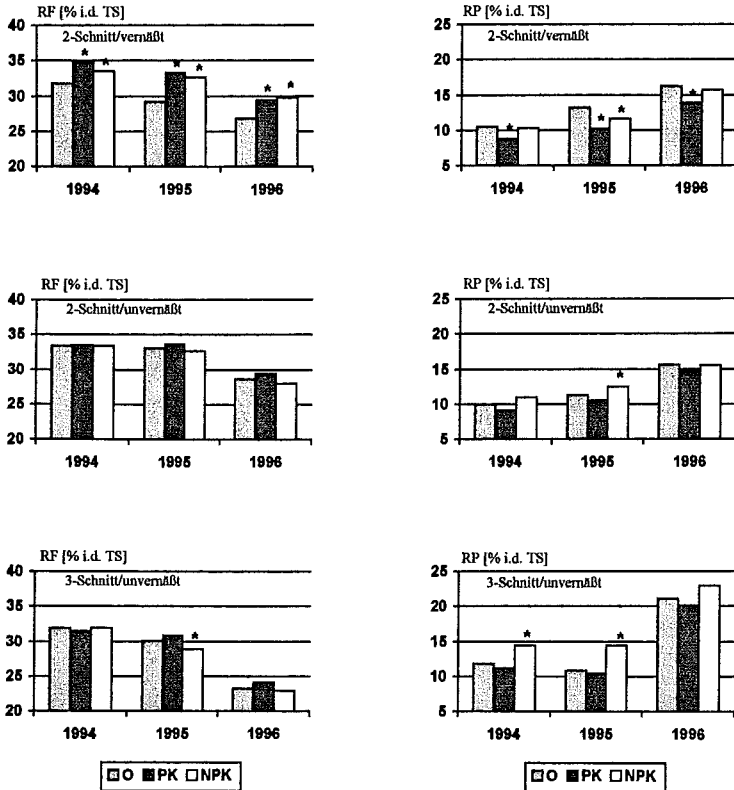
Abb. 1: TM-Erträge in Abhängigkeit von Düngung und Schnittregime; 1. Aufwuchs

Abnehmende Ertragsleistungen und erste Düngungseffekte werden erst 4 Jahre nach Versuchsbeginn festgestellt. Am stärksten ausgeprägt sind diese Effekte in der vernähten Variante. Beginnend im Jahr 1995 zeichnet sich hier ein Hagerungseffekt ab. Da Niedermoor entstehungsbedingt arm an Kalium ist und schlechte Sorptionseigenschaften aufweist, dürfte vor allem dieser Nährstoff im Minimum vorliegen (WATZKE 1996, KÄDING 1991). Die insgesamt niedrigen Erträge in 1996 über alle Varianten lassen sich durch die Witterungsverhältnisse erklären. Lang anhaltende Fröste und Trockenheit führten zu einem späten Wachstumsbeginn mit geringer Biomasseproduktion.

#### 3.2 Futterqualität

Die Witterungseinflüsse im Versuchsjahr 1996 zeigen sich auch in den Werten der Futterqualitätskriterien Rohfaser und Rohprotein. Unabhängig von Schnitt- und Düngungsvariante werden insgesamt

hohe Rohfaser- bzw. niedrige Rohproteingehalte ermittelt. Selbst bei früher Nutzung ist eine Verwertung des Materials in der herkömmlichen Landwirtschaft erschwert. Mit den abnehmenden Erträgen ist jedoch auch ein Rückgang im Gehalt der Rohfaser festzustellen. Düngungseffekte über alle Versuchsjahre sind nur in der vernäßen Variante gesichert. Bedingt durch den Wassereinstau bis Mitte/Ende April wird hier offenbar der Wachstumsbeginn verzögert. Zusätzliche Düngergaben scheinen diesen Effekt bis zum Erntetermin Mitte Juni zu kompensieren. Eine zusätzlich N-Düngung wirkt sich vor allem bei früher Nutzung positiv auf die Gehalte an Rohprotein aus.



\* = gesicherte Unterschiede zur 0-Variante

Abb. 2: Rohfaser- und Rohproteingehalte in Abhängigkeit von Düngung und Schnittregime; 1. Aufwuchs

Die Ergebnisse aus der Futterwertprüfung der Jahre 1995 und 1996 sind in Tabelle 3 zusammengefaßt. Insgesamt werden für das Versuchsjahr 1996 niedrigere Werte für die Verdaulichkeit ermittelt. Die Konservierung des Futters als Silage mittels Wickelballen erwies sich als problematisch. Aufgrund des hohen Anteils an Gerüstsubstanzen der spät geschnittenen Aufwüchse wird das Siliergut nur unzureichend verdichtet. Durch den so verbleibenden hohen Restsauerstoffgehalt im Siliergut ist die Gefahr von Fehlgärungen sehr hoch.

Tab. 3: Verdaulichkeit und Energiekonzentration; Ergebnisse der Futterwertprüfung am ungedüngten Material des Großparzellenversuches; 1. Aufwuchs

Nutzung	VQOS [%]		NEL [MJ/kg TS]		1 = geprüft an Heu 2 = geprüft an Silage
	1995 <sup>1</sup>	1996 <sup>2</sup>	1995 <sup>1</sup>	1996 <sup>2</sup>	
15. Juni	55	49	4,1	4,1	
15. Juli	50	43	3,75	3,5	

#### 4. Schlußfolgerungen

- Effekte einer Nährstofflagerung sind auf Niedermoor nicht vor 4 - 5 Jahren zu erwarten. Aufgrund der schlechten Sorptionseigenschaften von Niedermoorböden, ist dann vor allem Kalium der limitierende Nährstoff.
- Bedingt durch die Bestandszusammensetzung und die hohe Nährstoffverfügbarkeit und die daraus resultierende Früh- und Massenwüchsigkeit, ist der Standort Niedermoor für eine späte Schnittnutzung ungeeignet.
- Gemessen an den Parametern Verdaulichkeit und Energiekonzentration wird die Grenze der tierischen Verwertbarkeit erreicht.
- Eine Vernässung kann durch eine Verzögerung des Wachstumsbeginns unter Umständen positiv auf die Futterqualität wirken.

#### Literatur

- KADING, H. 1991: Optimale PK-Düngung bei extensiver Grünlandbewirtschaftung auf Niedermoor. D. wirtschaftseig. Futter 36 (1+2) 79 ff.
- KUNTZE H., 1995: Ökosystemmanagement von Niedermooren - eine Einführung. Z.f. Kulturtechnik und Landentwicklung 36, 99-101.
- PFADENHAUER, J. 1995: „Ökosystemmanagement für Niedermoore“ - Ausblick auf die zweite Phase des Verbundvorhabens. Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung 36, 132 - 137.
- WATZKE, G. 1996: Einfluß der extensiven Bewirtschaftung auf den Nährstoffhaushalt von Niedermoorboden. Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau in der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften, 40. Jahrestagung, Neuruppin, Referate und Poster, 9-12.



# **N-Bilanzen in der Fruchtfolge Silomais - Winterweizen - Wintergerste nach verschiedenen Zwischenfrüchten vor Silomais**

von

Katrin Schmalzer und K. Richter

**Institut für Pflanzenbauwissenschaften - Fachgebiet Grünlandssysteme -  
Humboldt-Universität zu Berlin**

## **1. Einleitung**

Mit dem Zwischenfruchtanbau kann der Zeitraum mit wirksamer Bodenbedeckung zwischen zwei Hauptfrüchten verlängert werden. Stickstoff wird organisch gebunden und damit nicht ausgewaschen, und der Boden wird vor Abtrag geschützt. Die zunehmende Bodenerosion ist auf verarmte Fruchtfolgen, den Anbau nur noch weniger Kulturpflanzen und den bevorzugten Anbau von Reihenkulturen bei Mais und Zuckerrüben zurückzuführen (GRÖBLINGHOFF et al. 1991). Der Vorfruchtwert von Zwischenfrüchten hängt von Art und Menge der gespeicherten Nährstoffe und der Geschwindigkeit ihrer Freisetzung ab (KÖHNLEIN 1955). Der Schutz vor Nitrataustrag durch den Zwischenfruchtanbau wird erst dann wirksam, wenn die gespeicherte N-Menge in die N-Bilanz der Fruchtfolge eingeht (GUTSER und VILSMEIER 1988). Für ähnliche Erträge sind bei Streifenfrässaat von Mais in einen gemulchten Grünroggen deutlich höhere N-Gaben erforderlich als bei konventionellem Anbau (WALTER et al. 1995). Ziel der folgenden Untersuchungen war es, die Veränderungen in der N-Bilanz einer Fruchtfolge mit Silomais in Abhängigkeit von der Zwischenfruchtart vor Mais sowie der Beregnung und N-Düngung zu Mais zu ermitteln.

## **2. Material und Methoden**

Die Untersuchungen zu den N-Bilanzen in der Fruchtfolge Silomais (nach Mulchsaat) - Winterweizen - Wintergerste sind in den Jahren 1993 bis 1997 in einem dreifaktoriellen Feldversuch (Tab. 1) am Standort Berge westlich Berlins durchgeführt worden (RICHTER und SCHMALER 1998). Die vorherrschende Bodenart ist lehmiger Sand. Die langjährigen Mittelwerte für Temperatur und Niederschlag liegen bei 8,7 °C bzw. 503 mm. Vor Mais wurden die Zwischenfrüchte Ölerrettich und Winterrüben ausgesät. Es wurden verschiedene N-Mengen und N-Applikationstermine zu Mais geprüft. Die Höhe der N-Düngung zu Silomais ergab sich aus N-Sollwerten (Tab. 1) abzüglich der vor der Saat und vor dem 6-Blattstadium des Mais gemessenen  $N_{\min}$ -Mengen im Boden und ist für die Düngungsstufen aus der Abbildung ersichtlich. Als weiterer Prüffaktor ist die Beregnung zu Silomais, die nach den Empfehlungen des Programmes BEREST 90 vorgenommen wurde, in den Versuch aufgenommen worden. Die drei Fruchtfolgefelder wurden in der Rotation jeweils nach der Maisernte einheitlich behandelt. Die Höhe der N-Düngung zu den Getreidearten geht aus der Abbildung hervor. Vor und nach Winter wurde die in der Trockenmasse der Zwischenfrüchte nachweisbare N-Menge bestimmt. Nach den Pflanzenproben wurden unter den Parzellen Bodenproben entnommen, diese in die Tiefenbereiche 0-30, 30-60 und 60-90 cm unterteilt und der Nitrat- und Ammonium-N-Gehalt ermittelt. Die Bestimmung der N-Gehalte in der Pflanzensubstanz erfolgte nach KJELDAHL. Aus den ermittelten Trockenmasseerträgen für Silomais sowie den Kornerträgen für Winterweizen und Wintergerste und den N-Gehalten wurden die N-Entzüge in der Fruchtfolge berechnet. Die errechneten Daten wurden varianzanalytisch überprüft.

Für die einfache N-Bilanz aus N-Düngermenge (N-Input) abzüglich der N-Entzüge (N-Output) wurden die Mittelwerte über die drei Fruchtfolgefelder gebildet, nachdem auf jedem Feld die Fruchtarten jeweils einmal rotiert hatten.

Die N-Nachlieferung des Bodens (HUGGER 1992) nach verschiedenen Zwischenfrüchten unter dem nicht mit Stickstoff gedüngten Silomais errechnete sich aus der  $N_{\min}$ -Menge im Bodenprofil von 0-90 cm nach der Maisernte sowie den N-Entzügen von Mais abzüglich der gemessenen  $N_{\min}$ -Menge zur Saat.

Tabelle 1: Prüffaktoren und Prüfstufen

Faktoren	Stufen
Faktor A Zwischenfruchtart	a <sub>1</sub> Ölrettich a <sub>2</sub> Winterrüben
Faktor B Beregnung zu Silomais	b <sub>1</sub> unberegnert b <sub>2</sub> beregnert
Faktor C N-Düngung zu Silomais	c <sub>1</sub> ohne N-Düngung c <sub>2</sub> eine Gabe zur Saat (Sollwert 150 kg ha <sup>-1</sup> ) c <sub>3</sub> zwei Gaben: 1. zur Saat (Sollwert 100 kg ha <sup>-1</sup> ) 2. 6-Blattstadium (Sollwert 150 kg ha <sup>-1</sup> ) c <sub>4</sub> zwei Gaben: 1. zur Saat (Sollwert 100 kg ha <sup>-1</sup> ) 2. 6-Blattstadium (Sollwert 200 kg ha <sup>-1</sup> )

### 3. Ergebnisse

Der Silomais wies im Mittel der Jahre nach Mulchsaat in Ölrettich die höheren N-Entzüge im Vergleich zur winterharten Art Winterrüben auf. Dabei ergab sich nach den Varianzanalysen in einem Jahr ein signifikanter Einfluß der Zwischenfruchtart auf die N-Entzüge von Silomais (Tab. 2).

Tabelle 2: Einfluß der Zwischenfrucht vor Silomais (Faktor A), der Beregnung (Faktor B) und N-Düngung zu Mais (Faktor C) auf die N-Entzüge der Fruchtarten Silomais, Winterweizen und Wintergerste in den Jahren 1993 bis 1997 [Haupt- und Wechselwirkungen nach F-Test, (+) - signifikant, (-) - nicht signifikant]

Feld	Fruchtart	Ernte-jahr	A	B	C	A x B	A x C	B x C	AxBxC
1	Silomais	1993	-	-	+	-	-	-	-
1	Winterweizen	1994	-	-	-	-	-	-	-
1	Wintergerste	1995	-	-	-	-	-	-	-
2	Silomais	1994	+	-	+	-	+	+	-
2	Winterweizen	1995	-	+	+	-	-	-	-
2	Wintergerste	1996	-	-	-	+	-	-	-
3	Silomais	1995	-	+	+	-	+	+	-
3	Winterweizen	1996	-	+	+	+	+	+	-
3	Wintergerste	1997	-	-	-	-	-	+	-

Eine signifikante Beeinflussung der  $N_{\min}$ -Gehalte durch die Zwischenfruchtart (Tab. 3) bestand in den Jahren nur im Frühjahr bis zur Maisaussaat. Später erfaßte Unterschiede im  $N_{\min}$ -Niveau des Bodens in der Fruchtfolge waren nicht mehr signifikant auf die vor Silomais angebaute Zwischenfruchtart zurückzuführen.

Tabelle 3:  $N_{min}$ -Gehalte im Boden in 0...90 cm ( $kg\ ha^{-1}$ ), nachgewiesene N-Mengen in Sproß und Wurzel der Zwischenfrüchte, N-Entzüge von Silomais und N-Nachlieferung unter Silomais ( $kg\ ha^{-1}$ ) im Mittel der drei Fruchtfolgefelder (ohne N-Düngung zu Mais)

Probenahmeterminale		Mittelwerte	Örertlich (1)	Winter-rüben (2)	Differenz (2)-(1)
vor Aussaat der Zwischenfrucht	Boden	1992-1994	85	85	0
Zwischenfrucht vor Winter	Pflanze	1992-1994	79	57	-22
	Boden		55	54	-1
Zwischenfrucht nach Winter	Pflanze	1993-1995	44	103	59
	Boden		47	23	-24
zur Aussaat des Silomaises	Boden	1993-1995	114	72	-42
nach Ernte des Silomaises	Pflanze	1993-1995	161	135	-26
	Boden		42	38	-4
N-Nachlieferung (Saat-Ernte)			89	101	12
nach Ernte der Wintergerste	Boden	1995-1997	67	69	2

Nach der Maisernte war in einzelnen Jahren der Einfluß der Beregnung und der N-Düngung auf die  $N_{min}$ -Restmenge im Boden signifikant. Der Winterweizen reagierte auf die Beregnung zu Mais im Folgejahr mit geringeren N-Entzügen. Das zeigte sich besonders deutlich auf den zuvor mit Stickstoff gedüngten Maisparzellen.

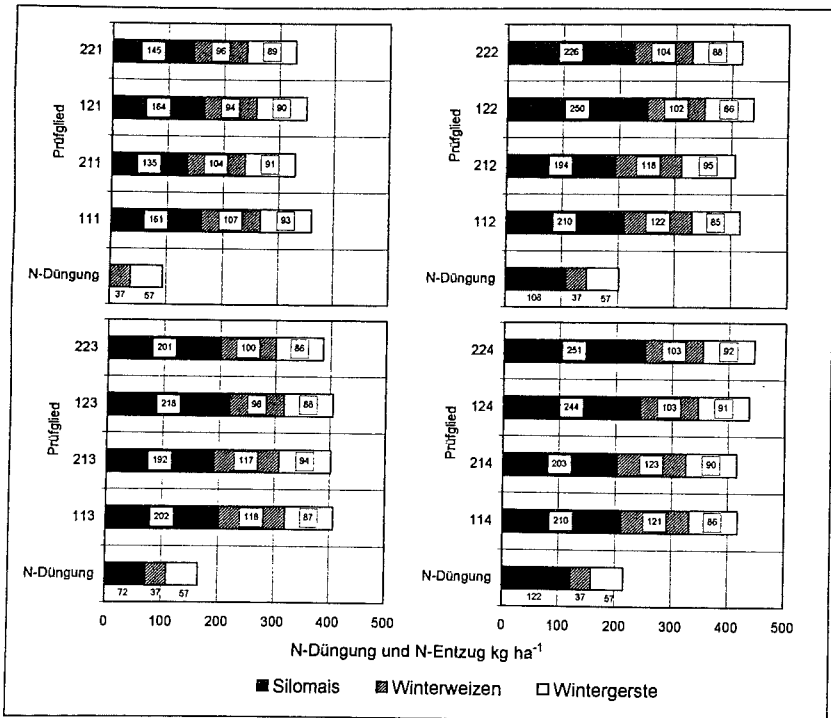


Abbildung: N-Entzüge von Silomais, Winterweizen und Wintergerste in Abhängigkeit von der Zwischenfrucht vor Mais (1. Ziffer der Prüfgliednummer), von der Beregnung (2. Ziffer) sowie der N-Düngung zu Silomais (3. Ziffer)

Die Gegenüberstellung von N-Dünger Menge und N-Entzügen in der Fruchtfolge verdeutlicht das hohe Defizit in der N-Bilanz bei allen geprüften N-Stufen (Abb.). Die Ursache dafür ist in der starken N-Nachlieferung aus dem Bodenvorrat unter Silomais zu sehen (Tab. 2). Dieses Bilanzdefizit fiel nach Ölrettich im Vergleich zu Winterrüben mit Ausnahme der N-Stufe  $c_4$  etwas höher aus.

#### 4. Diskussion und Schlußfolgerungen

Zwischenfrüchte unterscheiden sich in ihrer Wirkung auf die Nachfrüchte und die Fruchtfolge. Die Entscheidung über die Zwischenfrucht, ob winterfest oder abfrierend, ist eine Entscheidung zwischen einer möglichst geringen winterlichen Nitratverlagerung im Boden und der Verfügbarkeit des in der pflanzlichen Biomasse gespeicherten Stickstoffs für die Nachfrucht Silomais. Winterharte Arten vor Mais bieten den besseren Schutz vor Nitratverlagerung über Winter (BERGER et al. 1995). Auf Winterrüben reagierte der Silomais im Vergleich zu der nicht winterharten Art mit verminderten N-Entzügen. Diese Tendenz zeichnete sich besonders bei unterbliebener N-Düngung zu Silomais auch für die gesamte Fruchtfolge ab. Eine Ursache dafür ist in den stärker verringerten  $N_{\min}$ -Gehalten im Boden vor der Maissaat zu sehen. Die N-Mineralisation und die Verfügbarkeit des in der Mulchschicht verbliebenen Stickstoffs sind während des Maiswachstums stark witterungsabhängig. Die im Versuch ermittelte bessere Vorfruchtwirkung von abfrierenden im Vergleich zu überwinternden Zwischenfrüchten verdeutlicht, daß es aufgrund der verzögerten und stärker vom Wasserangebot bestimmten N-Freisetzung aus der Mulchschicht überwinternder Bestände in der Vegetationsperiode zu einer eingeschränkten N-Ernährung der Nachfrucht Silomais kommt. Die für den Standort häufig auftretende frühsummerliche und sommerliche Trockenheit ist eine mögliche Ursache dafür. Der Ölrettich wies gegenüber Winterrüben vor Winter eine höhere N-Aufnahme in die pflanzliche Biomasse auf. Die im Verlauf des Winters aus der abgefrorenen Zwischenfrucht freigesetzte höhere Nitratmenge wird zunächst in tiefere Bodenschichten verlagert, kann aber offensichtlich durch die Nachfrucht ausgeschöpft werden. Der derzeitige Erkenntnisstand würde für die abfrierende Art sprechen, da die höheren N-Entzüge in der Fruchtfolge auf eine bessere N-Verfügbarkeit für die Nachfrüchte hinweisen. Nach Winterrüben-Zwischenfrucht sind in der folgenden Sickerperiode unter Winterweizen häufiger höhere Nitratfrachten gegenüber Ölrettich zu erwarten.

#### Literatur

- BERGER, G., K. SCHMALER UND K. RICHTER, 1996: N-Aufnahme verschiedener Zwischenfrüchte und ihr Einfluß auf die winterliche  $N_{\min}$ -Dynamik sandiger Böden.- Arch. Acker- Pfl. bau Bodenkd. 40, 217-229.
- GRÖBLINGHOFF, F.-F., K.-H. BLOME UND N. LÜTKE ENTRUP, 1991: Zwischenfrüchte in Fruchtfolgen mit Zuckerrüben richtig nutzen.- Feldwirtschaft 32, 417-420.
- GUTSER R. und K. VILSMAYER, 1988: Mineralisation verschiedener Zwischenfrüchte und N-Verwertung durch Pflanzen.- Kali-Briefe 19, 199-221.
- HUGGER, H., 1992: Stickstoffdüngung zu Mais unter Berücksichtigung der Bodennachlieferung.- Mais 20, 2, 14-16.
- KÖHNLEIN, J., 1955: Die Ernte und Wurzelrückstände und ihre Bedeutung für Vorfruchtwirkung und Bodenfruchtbarkeit.- Die Phosphorsäure 15, 15-30.
- RICHTER, K. und K. SCHMALER, 1998: Einfluß der mineralischen N-Düngung auf Ertrag, Ertragsstabilität und N-Entzug von Silomais bei Mulchsaat in Zwischenfrüchte.- Pflanzenbauwissenschaften 2, 2, 58-68.
- WALTER, U., F. JÄGGLI UND M. WALDENBURGER, 1995: Vier Maisanbauverfahren von 1990 bis 1993.  $N_{\min}$ -Gehalte des Bodens.- Agrarforschung 2, 365-368.

# **Ertrag, Futterqualität und N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung von Rotklee und Rotklee/Gras**

von

Ralf Loges, Alois Kornher und Friedhelm Taube

**Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung**

**- Lehrstuhl Grünland und Futterbau - der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel**

## **1. Einleitung**

Rotklee/Gras stellt in ökologisch wirtschaftenden Betrieben häufig gleichzeitig die Basis der Winterfütterversorgung sowie die wichtigste N-Quelle dar. In der Literatur liegen zahlreiche Einzeluntersuchungen sowohl zur Ertragsleistung und Futterqualität (WACHENDORF 1995) als auch zur N<sub>2</sub>-Fixierung von Rotklee/Gras SCHMIDTKE & RAUBER, 1993; HØGH-JENSEN et al., 1998) vor. Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit von rotkleebasierten Anbausystemen fehlt es allerdings an Studien, die diese anbauentcheidenden Parameter gleichzeitig betrachten und Beziehungen zwischen ihnen in Abhängigkeit von Bewirtschaftungsmaßnahmen aufzeigen. Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen eines zweijährigen Feldversuches der Einfluß der Faktoren Klee/Gras-Saatsmischungsverhältnis, Begleitgrasart und Bestandsalter auf Ertrag, Futterqualität, N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung sowie auf Menge und Zusammensetzung der Ernterückstände von Rotklee/Gras untersucht.

## **2. Material und Methoden**

Der zugrundeliegende Feldversuch wurde auf dem Versuchsgut Hohenschulen der Universität Kiel (östliches Hügelland, Ø-Jahresniederschlag 716mm, Ø-Jahrestemperatur 7,8°C, Bodenart/-typ: sL / lessivierte Braunerde aus Würmgeschiebelehm) in den Jahren 1994 u. 1995 im Rahmen des SFB192 mit folgenden Faktoren durchgeführt:

### **1. Saatsmischungsverhältnis:**

100% Rotklee (12 kg/ha),      67 % Rotklee + 33% Gras (8kg/ha +10 kg/ha),  
100% Gras (30 kg/ha),      33 % Rotklee + 67% Gras (4kg/ha +20 kg/ha)

### **2. Begleitgrasart:**

Welsches Weidelgras,      Deutsches Weidelgras

### **3. Nutzungsdauer:**

2-jähriger Futterbau      (Herbstblanksaat 93, 1994 u. 1995 jeweils 4-Schnittnutzung),  
1-jähriger Futterbau      (Herbstblanksaat 94, 1995 4-Schnittnutzung)

Zu den 4 Schnitzeitpunkten wurden folgende Parameter ermittelt: TM-Ertrag, Klee-Ertrag, Grasertrag, Kleeanteil am Trockenmasseertrag, Rohproteingehalt (NIRS, Kjeldahl), Verdaulichkeit der organischen Masse (NIRS, (FRIEDEL und POPPE, 1990)) sowie die daraus berechnete Nettoenergiekonzentration (NIRS, (VAN ES (1978, zit. in DOKUMENTATIONSSTELLE, 1991).

Bei den im Ergebnis dargestellt Ertragsleistungen und Futterqualitäten handelt es sich um Jahreserträge. Die Qualitätsangaben stellen Jahresmittelwerte dar, in deren Berechnung die Qualitätsmerkmale der Einzelaufwüchse, gewichtet gemäß ihres Aufwuchs-TM-Ertrages eingegangen sind.

Zum letzten Schnitt im Oktober wurden zusätzlich die organische Masse und die N-Menge der Wurzeln und Stoppeln, sowie die  $N_{\min}$ - und  $N_{\text{org}}$ -Gehalte des Bodens (im  $\text{CaCl}_2$ -Extrakt) erhoben.

Die Berechnung der Jahres- $N_2$ -Fixierungsleistung erfolgte mit der erweiterten Differenzmethode beruhend auf den Stickstoffmengen in der Gesamtpflanze (Sproß, Stoppel und Wurzel). Hierbei wurden auch Unterschiede im Bodenstickstoffgehalt von Klee gras (KG) und der Referenzfrucht (DW) nach folgender Formel berücksichtigt:

$$N_{\text{fix(erw)}} = N_{\text{KG-Ganzpflanze}} - N_{\text{DW-Ganzpflanze}} + (\text{Boden-}N_{\text{KG}} - \text{Boden-}N_{\text{DW}}).$$

Als Referenzfrucht zur Bestimmung der Fixierungsleistungen diente die Dt. Weidelgrasreinsaat (DW) des jeweils gleichalten Bestandstyps.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Die Faktoren Saatmischungsverhältnis, Begleitgrasart und Nutzungsdauer zeigen in beiden Versuchsjahren deutliche Einflüsse auf TM-Ertrag, Kleeanteil am TM-Ertrag, Rohprotein- und Nettoenergieertrag sowie auf Rohprotein- und Nettoenergiegehalt des geernteten Futters. Ebenso wurde die Menge, der N-Gehalt der Ernterückstände und die  $N_2$ -Fixierungsleistungen der betrachteten Rotklee/Gras-Bestände durch die genannten Versuchsfaktoren deutlich beeinflusst.

Abbildung 1 zeigt im Mittel der beiden Begleitgrasarten den Einfluß des Saatmischungsverhältnisses auf TM-Ertrag, Kleeanteil am TM-Ertrag, Rohprotein- und Nettoenergieertrag sowie auf Rohprotein- und Nettoenergiegehalt des geernteten Futters sowie auf RP- bzw. NEL-Gehalt des Erntegutes unterschiedlich alter Rotklee/Gras-Bestände. In Abbildung 2 ist für die gleichen Bestände die Wechselwirkung von Saatmischungsverhältnis und Bestandsalter auf die Ausprägung der Ernterückstandsmasse, die N-Menge der Ernterückstände und die  $N_2$ -Fixierungsleistung dargestellt.

Infolge höherer Klee-Erträge erzielen die zweijährigen Bestände deutlich höhere Gesamterträge, weisen höhere  $N_2$ -Fixierungsleistungen und Klee-Anteile am TM-Ertrag auf als die Bestände des 1. Nutzungsjahres. Trotz geringfügig niedrigerer Ernterückstandsmassen der älteren Bestände werden gleiche N-Mengen in den Ernterückständen beider Bestandsaltersstufen gefunden.

Eine Steigerung des Kleeanteils in der Saatmischung führt zu steigenden RP-Gehalten bzw. RP-Erträgen und steigenden  $N_2$ -Fixierungsleistungen, jedoch vor allem bei den einjährigen Beständen zu sinkenden NEL-Gehalten. Der Parameter TM-Ertrag bleibt bei den Ansaaten mit Klee vom Saatmischungsverhältnis unbeeinflusst. Bei gleichen Ernterückstands-N-Mengen zeigen die Kleegrasmischungen im Mittel höhere Ernterückstandsmengen als Klee reinsaaten.

Die Klee/Gras-Bestände mit Dt. Weidelgras erzielen bei geringeren TM-Erträgen über höhere Klee-Ertragsanteile höhere RP-Gehalte sowie höhere  $N_2$ -Fixierungsleistungen als die Bestände mit W. Weidelgras. Die Bestände mit Dt. Weidelgras führen dem Boden geringfügig höhere Mengen an organischer Substanz sowie Stickstoff zu (ohne Abb.).

### 4. Schlußbetrachtung

Ertrag,  $N_2$ -Fixierungsleistung, Futterqualität von Klee gras und die Zufuhr an organischer Masse und Stickstoff in den Boden durch Klee grasernterückstände lassen sich durch verschiedene Kombinationen der Faktoren Bestandsalter, Saatmischungsverhältnis sowie Begleitgrasart in weiten Bereichen variieren. Die Wirkung der genannten Faktoren ist bei der Anbauplanung gegeneinander abzuwiegen und mit einzubeziehen.

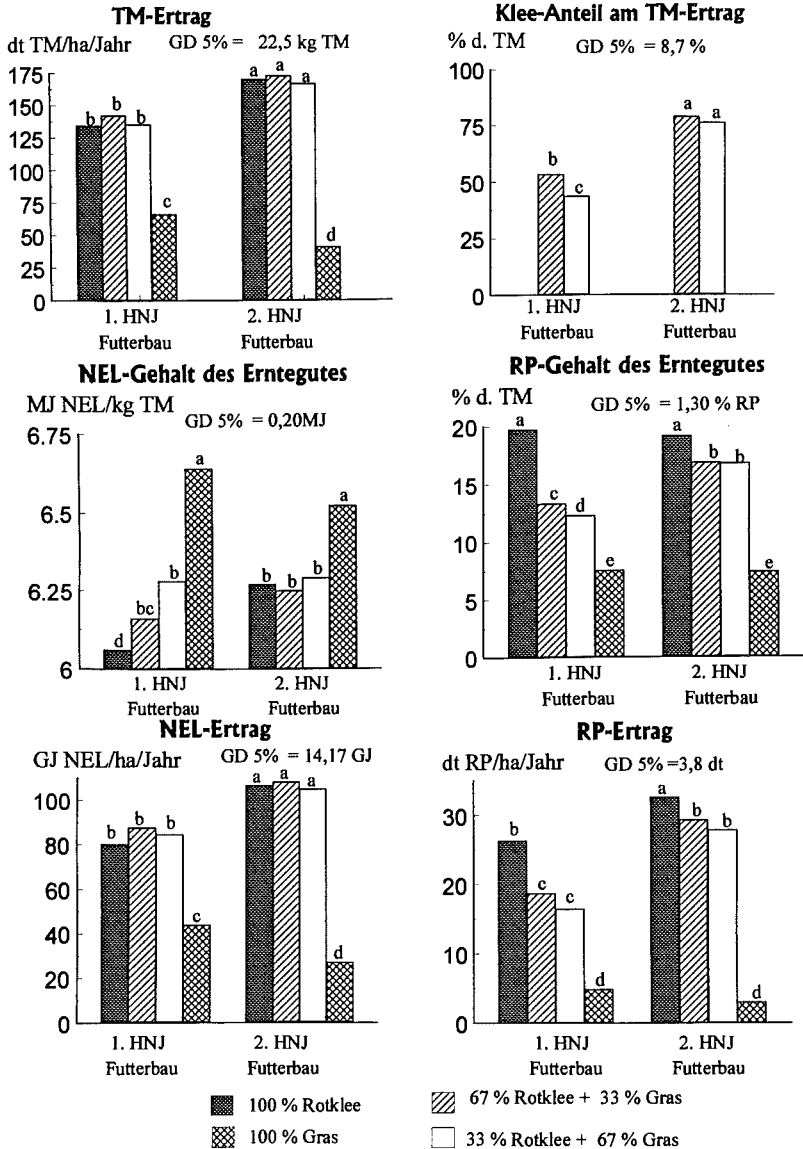


Abb. 1: Einfluß des Saatmischungsverhältnisses auf Jahres-TM-Ertrag, Klee-Anteil am TM-Ertrag, RP- bzw. NEL-Gehalt des Erntegutes sowie RP- bzw. NEL-Ertrag unterschiedlich alter Rotklee/Gras-Bestände (1995, als Mittel über 2 Begleitgrasarten)

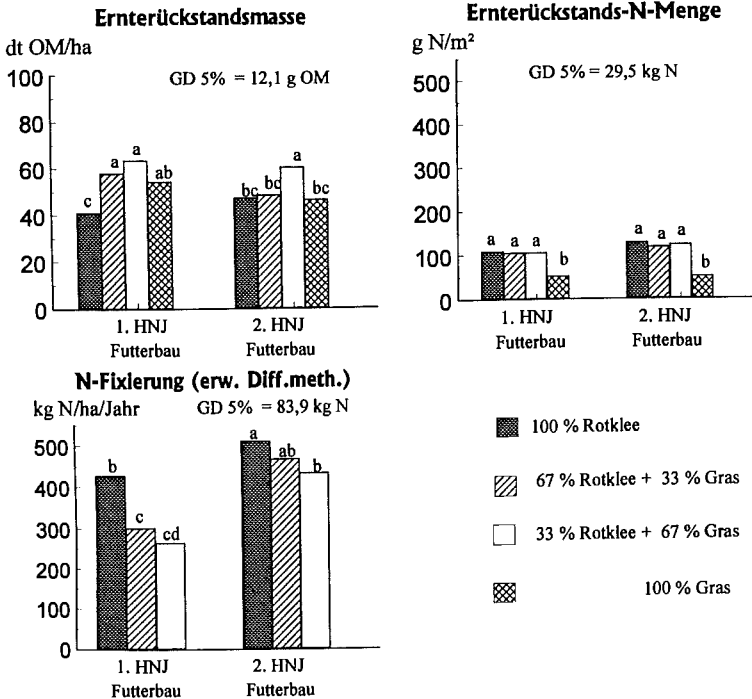


Abb. 2: Einfluß des Saatmischungsverhältnisses auf Ernterückstandsmasse, N-Menge in den Ernterückständen und N<sub>2</sub>-Jahres-Fixierungsleistung unterschiedlich alter Rotklee/Gras-Bestände (1995, als Mittel über 2 Begleitgrasarten)

## 5. Literatur

- Dokumentationsstelle der Universität Hohenheim, 1991: DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer. DLG-Verlag Frankfurt/Main (6.Auflage).
- 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.
- HØGH-JENSEN, H., R. LOGES, E. S. JENSEN, F. V. JØRGENSEN & F. P. VINTHER, 1998: Empirisk model for symbiotisk kvælstoffiksering i bælgplanter. In Eds.: E.S. Kristensen et al.: "Kvælstofudvaskning og -balancer i konventionelle og økologiske planteproduktions-systemer." Forskningscenter for. Økologisk Jordbrug, Foulum, Danmark Rapport- Nr. 2.
- SCHMIDTKE, K. & R. RAUBER, 1993: Einfluß des Rotkleeanteiles in Rotklee-Gras-Gemengen auf Stickstofffixierung und N-Fractionen im Boden. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 6, 13-16
- 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.



# Untersuchungen zum Phosphataustrag auf Dauergrünland

Rainer Schröpel, Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Tierhaltung und Grünlandwirtschaft  
Spitalhof Kempten

## 1. Einleitung

Die vielgestaltige und abwechslungsreiche Landschaft des Allgäus wurde von den Kräften der Eisströme geprägt. Sie lagerten Moränen ab und schürften Mulden aus, die sich mit Wasser füllten. So entstanden die für das Alpenvorland typischen Seen und Weiher. In den letzten 2 Jahrzehnten wurde deutlich, daß eine Reihe dieser Gewässer bezüglich der Wasserqualität belastet war. Als äußeres Anzeichen dafür breitete häufig sich in den Sommermonaten eine Algenblüte aus, die die Seen insbesondere zur Freizeitnutzung wenig attraktiv erscheinen ließ.

Das Algenwachstum wird vor allem durch Phosphatverbindungen verursacht, die als Minimumfaktor das Wachstum der Pflanzenmassen bestimmen. Über die Ursache der Phosphateinträge herrschte jedoch Unklarheit. Vor allem wurde die im Allgäu übliche Düngung des Grünlandes mit Gülle als Grund für die unzureichende Wasserqualität der Seen genannt.

Über die Höhe der Phosphatfrachten bei unterschiedlicher Düngung, sowie über die Häufigkeit der Abschwemmungsereignisse unter Grünlandbewirtschaftung lagen bisher kaum Untersuchungsergebnisse vor. BRAUN hat in einer umfangreichen Arbeit die Dungstoffabschwemmung in den Wintermonaten untersucht, jedoch nur auf Ackerkulturen und angesätem Grünland. Das Land Baden-Württemberg hat ein Sanierungskonzept für die oberschwäbischen Seen erarbeitet mit einer Reihe Empfehlungen für die Düngung. Begleitende Untersuchungen über die Höhe der Phosphatfrachten bei unterschiedlichen Düngungskonzepten sind im Rahmen dieses Konzeptes nicht vorgesehen.

## 2. Material und Methoden

Unser Versuch zur Prüfung der Phosphatabträge wurde an einem Hang mit einem Gefälle von durchschnittlich 14% durchgeführt. Das geologische Substrat für die Bodenbildung besteht aus pleistozänen und holozänen Ablagerungen der Würmvereisung. An der Hangschulter hat sich der Bodentyp einer Braunerde ausgebildet, am Hangfuß wurden Kolluvien abgelagert. Die Bodenart ist ein sandig - schluffiger Lehm mit 50-55% Schluff, ca. 20% Ton und ca. 25-30% Sand. Mit über 9% ist der Gehalt an organischer Substanz ungewöhnlich hoch. Die Grünlandvegetation kann einer Weidelgras-Weißkleeeweide zugeordnet werden.

Die Versuchsfläche wurde in 4 Parzellen von je 30 x 60 m unterteilt. Um einen Übertritt des Abflusses von einer Parzelle auf eine benachbarte zu verhindern, wurden in Hangrichtung zwischen den Parzellen kleine Wälle aufgeschüttet. Am Hangfuß wurden entlang der einzelnen Parzellen Blechrinnen in den Boden eingegraben, die das oberflächlich abfließende Wasser sammeln und zur Meßeinrichtung führten (Abb. 1). Diese bestand aus konisch ausgeführten Kippwannen, die bei

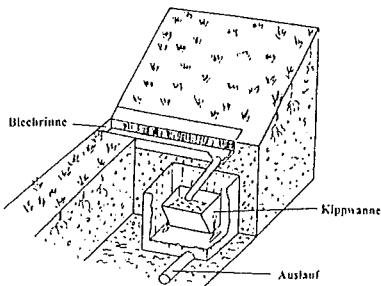


Abb. 1: Schematischer Aufbau der Versuchsanlage

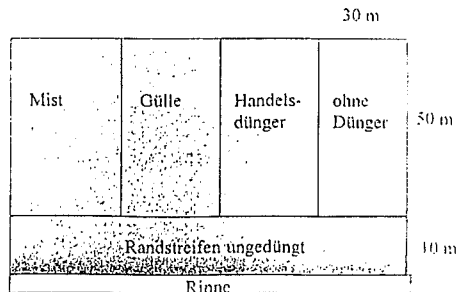


Abb. 2: Versuchsplan

wassergesättigtem Boden regelmäßige Abschwemmungen erwartet wurden. Das Ergebnis ist jedoch erklärbar, betrachtet man die Niederschlagsverteilung für den Standort Kempton: in den Wintermonaten fallen mit durchschnittlich 70-80 mm nur die Hälfte der monatlichen Mengen der Sommermonate (Abb. 4). Außerdem sind die Sommerniederschläge in Verbindung mit Gewitterfronten nicht selten sehr intensiv.

In den Jahren 1995-1997 wurde die Frage eines Zusammenhanges zwischen Gewitterniederschlägen und Abschwemmungen untersucht (Tab. 2). Im Durchschnitt fiel bei einem Gewitterregen 10,1 mm Niederschlag, eine viel zu geringe Menge, um im Sommer ein Abschwemmungsereignis einzuleiten. Bei künstlichen Beregnungen waren unter kontrollierten Bedingungen ca. 40 mm Niederschlag erforderlich, um innerhalb etwa 1 Std. ein Abschwemmungsereignis auszulösen.

Jahr	Anzahl Gewitter	Anzahl Abschwemmungen	Gewitter +Abschwemmung
1995	19	12	keine
1996	19	2	1
1997	19	3	1

Tab. 2: Zusammenhang zwischen Gewitter und Abschwemmungen

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse ist es unter den klimatischen Verhältnissen des Allgäus in aller Regel durchaus sinnvoll, bei einem zu erwarteten Wärmegewitter Gülle auch auf gut befahrbaren Hanglagen auszubringen.

Die Phosphatkonzentration der Abflüsse (4-jährige Werte) erreichte Werte zwischen 0,13 und 0,43 mg P pro Liter (Abb. 5\*). Der hohe Wert wurde bei Stallmistdüngung gemessen; hingegen war die Schwankungsbreite der P-Konzentration bei den anderen Düngungsvarianten mit 0,13 - 0,20 mg P pro Liter gering. Diese Werte liegen noch um eine Zehnerpotenz über den von der EPA ausgegebenen Werte für Stillgewässer. Da nährstoffbelastete Einträge in sehende Gewässer nur einen Bruchteil der jeweiligen Gesamtzuflüsse ausmachen, ist für die Zuflüsse zu den Seen nach Angaben der Wasserwirtschaftsverwaltung ein Wert von 0,2 mg P pro Liter tolerabel. Dieser wurde bei den vorliegenden Untersuchungen nur bei Stallmistdüngung überschritten. BRAUN kommt in seiner Arbeit zu deutlich höheren Werten, allerdings bei Anwendung der Gülle im Winter und bei dreifach überhöhten Güllegaben.

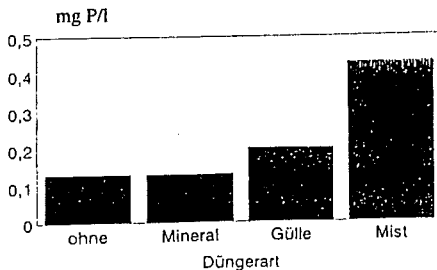


Abb. 5: Phosphorkonzentration der Abflüsse Durchschnittswerte aus 4 Jahren

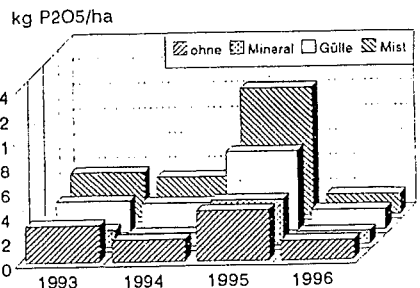


Abb. 6: Phosphataustrag

Die Phosphatfrachten ergeben sich durch Verrechnung der Konzentrationen mit den Abflußmengen. Danach wurden pro Jahr umgerechnet auf 1 ha Phosphatmengen in der Größenordnung von 150-180 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ausgetragen. Der höchste Wert von 1,1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha wurde bei Stallmistdüngung im Jahr 1995 gemessen. Aus Abb. 6 geht deutlich hervor, daß die Höhe des Phosphataustrages in

Erreichen eines bestimmten Flüssigkeitsstandes automatisch kippten. Zur Registrierung der über die Meßeinrichtung abgelaufenen Wassermenge wurde die Zahl der Kippungen mit einem Zählwerk laufend festgehalten und mit dem Rauminhalt der Wanne multipliziert. Zur Ermittlung der Nährstoffkonzentration des Abflusses gelangte während einer Kippung eine kleine Wassermenge über einen Kunststoffschlauch in eine Auffangflasche.

Die vier Versuchspartellen wurden unterschiedlich gedüngt: Parzelle 1: ohne Düngung, Parzelle 2: Handelsdünger, Parzelle 3: Gülle, Parzelle 4: Stallmist. Ziel der Düngung war Nährstoffgleichheit bei zeitgleicher aber auch praxisüblicher Anwendung der Dünger. Diese Ziele ließen sich nur bedingt versuchstechnisch umsetzen. Da Stallmist - im Gegensatz zu Gülle - phosphatreicher war, konnte durch die Düngung entweder Stickstoff- oder Phosphatgleichheit erzielt werden. Zudem wird im Allgäu praxisüblich jeder Grünlandaufwuchs begüht, dagegen erfolgt in der Regel nur

Dünger	Parzelle			
	ohne	Handelsdünger	Gülle	Mist
Phosphat	0	65	71	135
Stickstoff	0	194	234	221

Tab. 1: Durchschnittlich ausgebrachte Düngermengen in kg/ha

eine Stallmistgabe im Herbst oder im Frühjahr. Als Kompromiß zwischen notwendiger Vergleichbarkeit der Düngung und praxisüblicher Anwendung der Dünger wurde 1993-1995 Stickstoffgleichheit bei zwei Stallmistgaben pro Jahr, 1996 Phosphatgleichheit bei einer Stallmistgabe pro Jahr angestrebt. Die zeitgleiche Düngung von Gülle/Handelsdünger und Stallmist wurde mangels Praxisbezug nicht weiter verfolgt. Die im Versuch durchschnittlich ausgebrachten Stickstoff- und Phosphatmengen sind in Tabelle 1 dargestellt.

In den Parzellen blieb jeweils ein 10 m breiter Streifen entlang der Rinnen ungedüngt.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

In den 6 ausgewerteten Versuchsjahren wurden pro Jahr im Durchschnitt 6,3 Abschwemmungsereignisse registriert (Abb. 3). Bei diesen Ereignissen wurden pro Jahr durchschnittlich 67,5 l pro qm abgeschwemmt, das sind 5,4% der jährlichen Niederschlagsmenge von 1300 mm in Kempten. Die Häufigkeit der Abschwemmungen im Jahresverlauf war unterschiedlich: im Monat Juni wurden die meisten Ereignisse registriert, dagegen im Monat Februar bisher noch keines. Dieses Ergebnis erstaunt, da während der Schneeschmelze in den Monaten Februar und März und nahezu

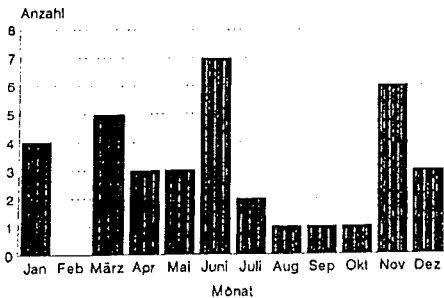


Abb. 3: Anzahl der Abschwemmungsereignisse; Summenwerte aus 6 Versuchsjahren

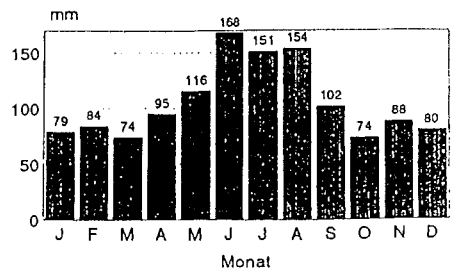


Abb. 4: Niederschlagsmenge im lang-jährigen Mittel in Kempten

stärkerem Maß von den Jahresereignissen als von der Art bzw. dem Zeitpunkt der Düngung abhängig. Aus den Ergebnissen ist abzuleiten, daß die Phosphatausträge nur ca. 0,5 % des Entzuges von 60-80 kg  $P_2O_5$  pro ha entsprechen.

Daher sind Erfolgsaussichten, durch Maßnahmen der organischen Düngung (Zeitpunkt, Menge, Verteilung) den Phosphateintrag in die Gewässer wirksam zu senken, außerordentlich gering. Eine weitere denkbare Möglichkeit zur Verminderung der Phosphatbelastung wäre ein Verzicht auf mineralische Phosphatdünger. Exaktes Datenmaterial über die Höhe dieses Düngeaufwandes aus der Region liegt nicht vor. Die verfügbare bayerische Statistik zeigt eine deutliche Abnahme des Phosphatverbrauches seit 1980 von 79 kg  $P_2O_5$  auf 30 kg  $P_2O_5$  im Jahr 1995. Da in den tierhaltenden Betrieben des Alpenvorlandes der Nährstoffkreislauf nahezu geschlossen ist, dürfte der tatsächliche Aufwand an mineralischem Phosphat im Allgäu noch deutlich unter den bayerischen Durchschnittswerten liegen. Es ist daher wenig realistisch, von einer Verminderung des relativ geringen Handelsdüngereinsatzes eine kurzfristige Verbesserung der Wasserqualität einiger Seen erwarten zu wollen. Mittelfristig sind in besonders belasteten Seen wasserbautechnische Maßnahmen in Verbindung mit Maßnahmen zur Verbesserung des Düngermanagements anzustreben.

#### **4. Zusammenfassung**

Auf dem Standort Kempten/Allgäu wurde in einem mehrjährigen Versuchsvorhaben der Phosphataustrag bei unterschiedlicher Düngung erfaßt. Die Phosphatausträge bewegten sich zwischen 150 g und 1,1 kg  $P_2O_5$  pro ha und Jahr. Die höchsten Werte wurden bei Stallmistdüngung gemessen. Dagegen waren die Unterschiede zwischen der ungedüngten und begüllten Parzelle vergleichsweise gering.

Es ist daher nicht richtig, die im Allgäu übliche Gülledüngung für die teilweise hohen Phosphatwerte einiger Seen als alleinige Ursache heranzuziehen. Für langfristige Sanierungskonzepte bedarf es weiterer Ursachenforschung, insbesondere ist zu klären, welchen Anteil Zwischenabflüsse und Dränagen zur Phosphatbelastung der Gewässer beitragen.

#### **5. Literatur**

1. BRAUN: Zusammenhänge zwischen Schneedecke, gefrorenem Boden und Gülleabschwemmung. Diss. TH Zürich Nr. 9170, 1990
2. Aktionsprogramm zur Sanierung Oberschwäbischer Seen, Ministerium für Umwelt und Verkehr und Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 1996
3. Gewässerführer in Bayern, Bayer. Staatsministerium im Innern, 1987
4. NEUMANN: Böden in Landschaftsausschnitten Bayerns, Bayer. Landw. Jahrbuch 8/1979
5. DVKW Merkblätter Sanierung und Restaurierung von Seen Nr. 213/1988
6. Bayerischer Agrarbericht 1996

\* Dem Wasserwirtschaftsamt Kempten sei für die Durchführung der Analytik sehr herzlich gedankt

# Narbentyp und Futteraufnahmeverhalten von Rindern auf einer Mähstandweide

von

A. Milimonka, G. Ebel und H. Giebelhausen

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

## 1 Einleitung

Weidetiere selektieren ihre Nahrung nach dem Prinzip: Deckung des Energie- und Nährstoffbedarfs in möglichst kurzer Zeit (KENNY & BLACK 1984). Dementsprechend hat die Narbenstruktur in hochwertigen, artenarmen Beständen eine große Bedeutung für die Futteraufnahme. Narbenhöhe, Blattanteil und Dichte der Narbe sind wesentliche Kriterien (PEARSON & ISON 1987, BAKKER et al. 1998). In artenreichen und botanisch strukturierten Narben ist neben der Narbenstruktur auch ein starker Einfluß des Futterwertes zu erwarten.

In der Mutterkuhhaltung dominieren extensive Haltungsformen. Bei Weidehaltung sind meist geringe Besatzstärken typisch. Größeren Herden stehen dann großräumige Weideflächen zur Verfügung, die von den Tieren nach ihren typischen Verhaltensmustern erschlossen werden. Die Wechselwirkung Weide-Tier von sich auf großen Flächen frei bewegenden Nutztieren ist noch nicht ausreichend bekannt (LECRIVAIN 1990). Werden Weidetiere im Bereich der Landschaftspflege eingesetzt, ergibt sich die Frage, ob botanisch stark differenzierte Flächen durch das Tier gleichmäßig gepflegt werden, oder ob sich Präferenzen gegenüber Teilflächen ergeben. In extensiv bewirtschafteten Mutterkuh-Mähstandweiden könnte durch eine differenzierte Präferenz von Teilflächen die räumliche Verteilung der Exkremente und damit der Stickstoffrückfluß beeinflusst werden.

In einem Weideversuch mit Mutterkühen wurde die Wirkung verschiedener Parameter einer Weidenarbe auf die Futteraufnahme der Rinder untersucht.

## 2 Material und Methoden

Auf einer mit Mutterkühen der Rasse Fleckvieh beweideten Mähstandweide (humoser Sand) im Betrieb des Grünlandverbandes, Landkreis Havelland (Brandenburg) wurden in den Jahren 1996 und 1997 das Weideverhalten von Mutterkühen untersucht. Im Beitrag werden Ergebnisse zum Einfluß der Weidenarbe auf die Grasezeiten der Tiere dargestellt. Die Versuchsweide war in 2 Koppeln geteilt, mit einer mittleren Besatzdichte während der Beobachtungszeiträume von 1,6 GV/ha auf Koppel 4 und 3,1 GV/ha auf Koppel 5. Die Pflanzenbestände auf Koppel 4 wiesen eine stärkere Strukturierung als auf Koppel 5 auf. Die Arten *Poa pratensis* L., *Lolium perenne* L. und *Trifolium repens* L. waren auf beiden Koppeln bestandesbildend. In Abhängigkeit der vorgefundenen Musterbildung der Pflanzenbestände wurden die Koppeln 4 und 5 in 6 bzw. 8 Areale geteilt. Die Areale waren unterschiedlich groß.

Die botanische Zusammensetzung der Narbe wurde mit der Ertragsanteilschätzung nach Klapp/ Stählin auf jeweils 25 m<sup>2</sup> großen Teilflächen je Areal erfaßt. Innerhalb derselben Teilflächen erfolgte teilflächenausschnittsbezogen 4fach die Bestimmung der Narbenhöhe und das Schneiden der Pflanzenproben zur Ermittlung der Futterqualität. Die Narbenhöhe wurde an mehreren aufgerichteten Trieben ermittelt, als der Abstand vom Boden bis zum Blattgrund des letzten voll erschienenen Blattes. Von den so gewonnenen Material wurden je Areal Mittelwerte bzw. Mischproben gebildet. Die Untersuchung der

Gehalte an ADF und Rohprotein erfolgte nach den Methoden der VDLUFA. Alle Merkmalerhebungen am Pflanzenbestand erfolgten für jedes Areal ein bis zwei Tage vor den Tierbeobachtungen in mindestens 4facher Wiederholung. Die Narbenhöhe und die Parameter der Futterqualität wurde in Klassen möglichst gleicher Spannweite zusammengefaßt. Die Werte, die weidereifes Futter charakterisieren, sollten dabei weitgehend in der Mitte einer Klasse liegen.

Die Topo-Chrono-Ethogramme wurden 3 mal im Jahr (Ende Mai / Anfang Juni, August / September und Oktober) jeweils über 2 aufeinanderfolgende Tage in der Tageslichtperiode erstellt. Im Intervall von 15 bis 20 Minuten ist die Anzahl der Rinder und deren Verhalten (Fressen, Bewegen, Ruhen, Exkrement absetzen) in den einzelnen Arealen aufgezeichnet worden. Die Gesamtfreizeit je Beobachtungstag ergibt sich aus der Summe der Produkte Freizeit je Intervall mal Anzahl der Kühe im jeweiligen Areal. Da die Areale unterschiedliche Größen aufwiesen, wurde die Gesamtfreizeit je Hektar errechnet, um einen direkten Vergleich der Areale vornehmen zu können. Die so ermittelte Gesamtfreizeit wurden den Klassen der Bestandesmerkmale gegenübergestellt. Bestimmte Klassen kamen je Beobachtungstermin ein- andere mehrfach vor. Je häufiger eine bestimmte Klasse vorkommt, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, daß die Tiere dort grasen. Um den Einfluß häufig vorkommender Klassen auszugleichen, wurde die Gesamtfreizeit durch die Anzahl der Areale geteilt die einer Klasse zuzuordnen waren. Die so gewonnenen Daten werden in den Abbildungen verwendet.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Die verschiedenen hohen Besatzdichten führten zu unterschiedlichen Narbenhöhen. Auf Koppel 4 stellte sich eine mittlere Narbenhöhe von 22 cm und auf Koppel 5 von 12 cm ein. Die geringere Narbenhöhe auf der Koppel 5 im Vergleich zur Koppel 4 ergibt sich durch einen wesentlich höheren Anteil von Arealen in denen Wuchshöhen von 1...16 cm vorkamen. Auf Koppel 5 war die Gesamtfreizeit um 38 % höher als auf Koppel 4 (Daten nicht gezeigt). Die geringere Wuchshöhe scheint die mittlere Futtermenge je Rупfer zu verringern und damit die Tiere zu einer längeren Freizeit zu zwingen (FORBS & HODGSON 1985).

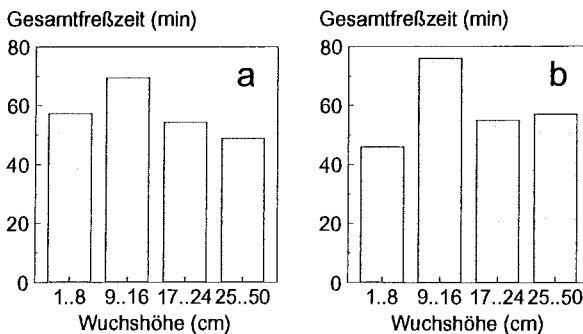


Abbildung 1: Mittlere Gesamtfreizeit je Areal in unterschiedlichen Wuchshöhenklassen bei einer Besatzdichte a) von 1,6 GV/ha in Koppel 4 und b) von 3,1 GV/ha in Koppel 5, Mittelwerte aller Beobachtungstermine

Beide Tiergruppen bevorzugten bei der Futteraufnahme Areale mit einer mittleren Narbenhöhe von 9...16 cm. Sehr geringe Wuchshöhen erschweren die Futteraufnahme (PEARSON & ISON 1987), was die geringere Freßzeit in Narben mit 1...8 cm Höhe erklärt (Abb. 1).

Die Verteilung der Freßzeiten bezüglich der Prüfmerkmale Rohfaser (ADF) und Rohprotein zeigen bei geringerer Besatzdichte eine stärkere Differenzierung zwischen den gebildeten Klassen (Abb. 2). Bei der geringeren Besatzdichte auf Koppel 4 stand den Tieren mehr Futter zur Verfügung, d.h. sie konnten stärker selektieren. Bei eingeschränkter Wahlmöglichkeit (Koppel 5) sind die Tiere gezwungen, auch Futter geringerer Qualität verstärkt mit aufzunehmen (Abb. 2b). Ist eine Selektion möglich, wird offenbar nicht in den Arealen mit den geringsten ADF-Gehalten im Futter am längsten gegraßt (Abb. 2a). Die Tendenz einer stärkeren Futteraufnahme der Tiere in Arealen mit

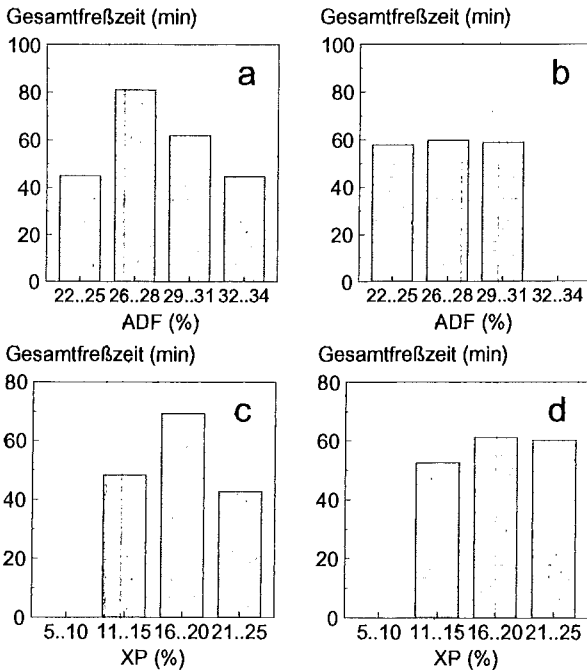


Abbildung 2: Mittlere Gesamtfreßzeit je Areal in unterschiedlichen Futterqualitätsklassen bei verschiedenen Besatzdichten a) Gehalte an ADF in der TM, 1,6 GV/ha, Koppel 4; b) Gehalt an ADF in der TM, 3,1 GV/ha, Koppel 5; c) Gehalt an Rohprotein in der TM, 1,6 GV/ha, Koppel 4 und d) Gehalt an Rohprotein in der TM, 3,1 GV/ha, Koppel 5; Mittelwerte aller Beobachtungstermine

ADF-Gehalten über 25 % kann mit einer erleichterten Futteraufnahme bei größeren Wuchshöhen im Zusammenhang stehen (PEARSON & ISON 1987). Zum Anderen kann die im Versuch gewählte Probenahmetechnik zu einem überproportionalen Anteil älteren Pflanzenmaterials in der Probe und damit zu einer Unterschätzung der Futterqualität geführt haben.

Im Vergleich zu den relativ langen Freßzeiten bei ADF-Gehalten über 28 % waren entsprechend lange Freßzeiten in Arealen mit geringeren Rohproteingehalten zu erwarten. Auf Koppel 4 sind 70 % der Freßzeit den Rohproteingehaltsklassen >15 % zuzuordnen (Abb. 2c). Das kann auch mit den hohen Weißkleeanteilen von bis zu 50 % Ertragsanteil in der Narbe in Verbindung stehen.

Der unterschiedliche Anteil von Weißklee und hochwertigen Futtergräsern in den Narben hatte auf die Freßzeit der Tiere keinen Einfluß (Daten nicht gezeigt). Von der vielartig zusammengesetzten Narbe ließ sich nur zwischen dem Anteil der Ackerkratzdistel und den Freßzeiten ein Zusammenhang beschreiben (Abb. 3). Distelanteile unter 5 % scheinen die Futteraufnahme weniger zu beeinträchtigen.

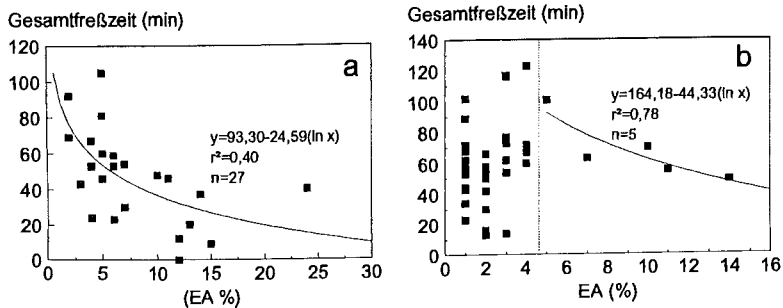


Abbildung 3: Gesamtfreßzeit versus Ertragsanteil der Ackerkratzdistel bei unterschiedlichen Besatzdichten a) von 1,6 GV/ha in Koppel 4 und b) von 3,1 GV/ha in Koppel 5, Mittelwerte aller Beobachtungstermine

#### 4 Schlußfolgerungen

Steht den Rindern deutlich mehr Futter zur Verfügung als der aktuelle Bedarf, selektieren die Tiere bei der Futteraufnahme stärker als bei am Bedarf ausgerichtetem Futterangebot. Dabei orientieren sich die Tiere nicht ausschließlich an hoher Futterqualität. Weideteilbereiche mit Rohfasergehalten von 26...28 % wiesen die längsten Grasezeiten auf. Die Dauer des Grasens in den verschiedenen Arealen scheint mit von der Narbenhöhe beeinflußt zu werden. Narbenhöhen um 12 cm wurden von den Rindern bevorzugt. Zwischen dem Anteil hochwertiger Futterpflanzen und der Freßzeit konnte bisher kein Zusammenhang gefunden werden. Der Anteil von den Rindern gemiedener Pflanzen scheint dagegen für die Freßzeit von Bedeutung zu sein.

#### Literatur

- Bakker, M.L.; I.J. Gordon, J.A. Milne, 1998: Effects of sward structure on the diet selected by guanacos (*Lama guanicoe*) and sheep (*Ovis aries*) grazing a perennial ryegrass-dominated sward. *Grass and Forage Science* 53, 19-30
- Forbs, T.D.A.; J. Hodgson, 1985: Comparative studies of the influence of sward conditions on the ingestive behaviour of cows and sheep. *Grass and Forage Science* 40, 69-67
- Kenny, P.A.; J.L. Black, 1984: Factors affecting diet selection by sheep. potential intake rate and acceptability of feed. *Australian J. of Agricultural Research* 35, 551-563
- Lecrivain, E, 1990: A direct observation method for recording free ranging animal behavior in farming situations. *Proceedings of the 7th. European Grazing Workshop, Wageningen*
- Pearson, C.J.; R.L. Ison, 1987: *Agronomy of Grassland Systems*. Cambridge University Press



# Pflanzenbestand, Roh Nährstoffgehalt und Futterwert in vivo in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität

Kaiser, E. und Yao, Y.

Institut für Nutztierwissenschaften  
- Futtermittelkunde - der Humboldt-Universität zu Berlin

## Aufgabenstellung

Die zuverlässige Schätzung des energetischen Futterwertes der Grünlandaufwüchse ist sowohl im Hinblick auf die Bewertung von Naturschutzauflagen als auch mit Blick auf die Gestaltung eines Nutzungsregimes, das im Interesse der Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit der grünlandabhängigen tierischen Produktion hohe Tierleistungen ermöglicht, ein zwingendes Erfordernis.

Bei den von der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 1998) empfohlenen Schätzgleichungen bestehen insbesondere bezüglich deren Nutzbarkeit für Aufwüchse aus der eher extensiven Produktion erhebliche Unsicherheiten. Diese Unsicherheiten erstrecken sich nicht allein auf die erreichbare Schätzgenauigkeit für derartige Aufwüchse. Sie bestehen auch und vor allem im Hinblick auf die Abgrenzung der Gültigkeitsbereiche bzw. der Anwendbarkeit von Gleichungen für Aufwüchse aus bestimmten Nutzungssystemen.

Mit den vorliegenden Ergebnissen, die Teil eines Projektes zur Ableitung von Schätzgleichungen sind, soll ein Beitrag zur Aufklärung der zu erwartenden Variationsbreite des Rohnährstoffgehaltes und der in vivo gemessenen Verdaulichkeit sowie des energetischen Futterwertes in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität erbracht werden, aus dem Hinweise auf die mögliche Abstufung des Futterwertes in Abhängigkeit vom Nutzungsregime abgeleitet werden können.

## Material und Methode

Zwei Grünlandbestände, Fläche 5 und 6 (Bestände 5 Jahre nach der Ansaat, bis Versuchsbeginn geringe N-Düngung und 2-Schnitt-Nutzung) wurden in den Jahren 1996 und 1997 einer systematisch unterschiedlichen Nutzungsintensität unterworfen. Die Nutzungsvarianten wurden gemäß den Vorgaben aus dem Verbundprojekt „Umwandlung von Intensivgrünland in naturnahe Grünlandbestände durch extensive Bewirtschaftungsmaßnahmen“ (Kurztitel: Grünland-Dauerquadrate) festgelegt.

Folgende Varianten wurden geprüft:

A: Qualitätsorientierte Nutzung (früher Schnitt) 3-4 Aufwüchse, 50 kg N/ha (mineralisch) zu jedem Aufwuchs (Ertrag vom 4. Aufwuchs nur im 1. Jahr für den Verdaulichkeitsversuch ausreichend)

B: Qualitätsorientierte Nutzung (wie A), 3 Aufwüchse, ohne N-Düngung

C: Naturschutzorientierte Nutzung, Nutzungsbeginn nach dem 1. Juli, 2 Aufwüchse, ohne N-Düngung

Alle Varianten erhielten jährlich eine PK-Grunddüngung. Vor jeder Nutzung erfolgte neben Ertrags- und Wuchshöhenmessung eine Ertragsanteil (EA)-Schätzung. Der Versuchsstandort (nahe Berlin, Land Brandenburg) ist durch den Standorttyp D3a und durch die Bodenart lehmiger Sand bis sandiger Lehm gekennzeichnet.

Hauptbestandbildner waren bei Versuchsbeginn auf Fläche 5 *Lolium perenne* (WG) und *Poa pratensis* (WR), auf Fläche 6 *Phleum pratensis* (WL) und *Lolium perenne* (WG). Der Anteil an *Trifolium prepens* (Weißklee) betrug auf beiden Flächen 5 - 10 %. Die Bestände beider

Flächen wiesen in beiden Versuchsjahren eine relativ dichte Narbe auf.

Für die Verdauungsversuche (Schafe) wurde das Grünfutter aller Aufwüchse nach der Mahd gehäckselt und in Mahlzeitportionen eingewogen. Die Beutel wurden evakuiert, zugeschweißt, bei  $-25^{\circ}\text{C}$  eingefroren, bis zum Versuch bei  $-18^{\circ}\text{C}$  gelagert und während 24 h vor der Verfüterung aufgetaut. Die chemische Analyse der Rohrnährstoffe in Futter und Kot erfolgte nach den bekannten Standardmethoden.

## Ergebnisse

Zu den in Tabelle 1 und 2 dargestellten Ergebnissen ist zu vermerken, daß es sich bei dem ausgewiesenen Anteil an Leguminosen überwiegend um Weißklee handelte. Wie aus den Angaben hervorgeht (Tab. 1), hat insbesondere in Var. B, z.T. auch in Var. C, der EA an Weißklee relativ stark zugenommen, wobei jedoch Unterschiede zwischen den Flächen vorgelegen haben. In den Varianten B und C ist die Zunahme des Weißkleeanteiles vor allem zu Lasten von WR (F 5) bzw. WL und WG (F 6) eingetreten. Anteile von Rotschwengel (F 5 u. 6) und Glatthafer (F 6) sind mit ca. 5 bzw. ca. 10 % hinzugekommen. In Var. A war die Veränderung der Grasartenzusammensetzung bei beiden Flächen relativ gering.

Die Trockenmasseerträge der einzelnen Aufwüchse wiesen in den relativen Anteilen zum Jahresertrag sowohl bei Var. A als auch bei Var. B (beide Flächen) vom 1. bis 3. Aufwuchs keine größeren Unterschiede auf. Der relative Anteil des 4. Aufwuchses (Var. A) lag im 1. Jahr bei ca. 10 %. Im 2. Jahr war kein erntbarer Ertrag vorhanden. Bei Var. C wurden zum 1. Aufwuchs jeweils 60 - 70 % des Jahresertrages geerntet.

Der höhere Weißkleeanteil der Var. B hat besonders im 2. Versuchsjahr zu tendentiell höheren XP-Gehalten geführt. Im Mittel lagen jedoch kaum statistisch gesicherte Differenzen zu Var. A vor (s. Tab. 2a). Wie Tabelle 2a weiter ausweist, waren auch im XF-Gehalt keine gesicherten Differenzen zwischen den Var. A und B vorhanden. Die Unterschiede zwischen den Aufwüchsen waren größer als die zwischen den Varianten.

Die relativ geringe Variation im XF-Gehalt der Variante C1, dürfte mit dem reichlichen frischen Unterwuchs in den stark überständigen Grasaufwüchsen zu erklären sein (Tab.1). Die große Heterogenität dieser Bestände hinsichtlich des Pflanzenalters findet jedoch in der großen Variation der Verdaulichkeit der Organischen Substanz (OS) ihren Niederschlag (Tab.2).

Bemerkenswert ist, daß die relativ niedrigen XF-Gehalte der Variante C2, (Tab.1) mit einer gegenüber A und B geringeren Verdaulichkeit der OS und damit einer geringeren Energiekonzentration (EK) verbunden waren (Tab.2). Auffallend ist auch die große Variation der Verdaulichkeit und der EK bei den Var. A und B (Tab. 2) trotz stets früher Nutzung. Die Energiekonzentration von C2 lag statistisch gesichert deutlich höher als bei C1 aber wesentlich niedriger als bei den Aufwüchsen der qualitätsorientierten Nutzungen (Tab.2).

## Schlußfolgerung

Der XF-Gehalt allein ist kein hinreichendes Kriterium zur Abgrenzung von Datenkollektiven. Wie die Ergebnisse ausweisen, ist für die Zuordnung von Proben mindestens die Information über den Aufwuchs bzw. das Nutzungsregime erforderlich.

Im Hinblick auf die Verwendung der Verdaulichkeit der OS von 60 % für die Unterteilung der Anwendungsbereiche von Schätzgleichungen hat sich gezeigt, daß bei den hier vorwiegend vorhandenen wertvollen Gräsern auch alle Varianten der Spätschnittnutzung in die Klasse  $\geq 60$  einzuordnen waren. Bei Beständen wertvoller Gräser mit Weißklee und qualitätsorientierter Nutzung ist die Berücksichtigung der Düngungsintensität nicht erforderlich.

## Literatur

GfE (1998): Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, 7, S. 141 - 150

**Tabelle 1: Pflanzenbestand und Rohnährstoffgehalt (ausgewählte Kennzahlen) bei unterschiedlicher Nutzungsintensität, 1996 (1) und 1997 (2)**

**Fläche 5**

Nutzung/ dt TS/ha/Jahr	Auf- wuchs	EA, %		Rohnährstoffgehalt [g/kg TS]					
		Gräser/Leg.		XA		XF		XP	
		1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
<b>Variante A</b>	1.	83/15	92/6	83	118	256	271	184	163
1 : 72,1	2.	98/ 1	91/7	74	88	243	234	134	170
2 : 77,5	3.	98/ 1	93/3	76	94	257	240	120	181
	4.	90/ 5	96/2*	133	90*	203	192*	163	209*
<b>M</b>				<b>95</b>		<b>237</b>		<b>166</b>	
<i>von...bis</i>				74 ... 133		192 ... 271		134 ... 209	
<b>Variante B</b>	1.	93/ 5	54/40	80	120	265	212	140	209
1 : 57,5	2.	80/15	39/57	126	104	257	235	135	203
2 : 79,6	3.	47/50	55/37	123	105	195	220	207	203
<b>M</b>				<b>110</b>		<b>231</b>		<b>183</b>	
<i>von...bis</i>				80...126		195...265		135...207	
<b>Variante C</b>	1.	90/10	71/27	84	93	312	281	87	137
1 : 78,8	2.	37/57	81/17	255	115	179	229	163	171
2 : 61,9									
<b>M</b>				<b>137</b>		<b>250</b>		<b>139</b>	
<i>von...bis</i>				84...255		179...312		87...171	

**Fläche 6**

<b>Variante A</b>	1.	90/ 6	84/14	103	100	254	232	194	201
1 : 88,1	2.	92/ 3	89/ 7	109	84	238	246	138	163
1 : 97,7	3.	89/ 6	90/ 6	83	92	260	235	125	191
	4.	77/20	90/ 6*	121	95*	195	185*	190	218*
<b>M</b>				<b>98</b>		<b>231</b>		<b>178</b>	
<i>von...bis</i>				83...121		185...260		125...218	
<b>Variante B</b>	1.	90/ 5	84/10	99	125	250	251	149	155
1 : 69,0	2.	83/13	82/15	101	109	255	240	108	163
2 : 80,2	3.	75/52	82/15	116	96	206	210	187	201
<b>M</b>				<b>108</b>		<b>235</b>		<b>161</b>	
<i>von...bis</i>				96...125		206...255		108...201	
<b>Variante C</b>	1.	92/ 4	90/ 8	66	68	328	315	69	73
1 : 86,3	2.	65/30	90/ 8	108	103	226	257	148	122
2 : 90,4									
<b>M</b>				<b>86</b>		<b>282</b>		<b>103</b>	
<i>von...bis</i>				66...108		226...328		69...148	

\* nicht im Verdauungsversuch geprüft

Tabelle 2: Rohnährstoffgehalt und Verdaulichkeit (ausgewählte Kennzahlen) sowie Energiekonzentration in vivo, Fläche 5 und 6, 1996 und 1997

a): Mittelwert der Aufwüchse

Variante/ Aufwuchs	n	Rohnährstoffgehalt			Verdaulichkeit		Energiekonz.	
		OS g/kg TS	XF g/kg TS	XP g/kg TS	VQXF %	VQOS %	ME MJ/kg TS	NEL MJ/kg TS
A1	4	899 <sup>b</sup>	253 <sup>c</sup>	186 <sup>bc</sup>	85 <sup>c</sup>	78 <sup>d</sup>	10,8 <sup>c</sup>	6,53 <sup>c</sup>
A2	4	911 <sup>b</sup>	240 <sup>bc</sup>	151 <sup>b</sup>	74 <sup>bc</sup>	72 <sup>b</sup>	10,0 <sup>cd</sup>	6,00 <sup>cd</sup>
A3	4	914 <sup>b</sup>	248 <sup>bc</sup>	154 <sup>b</sup>	76 <sup>bcd</sup>	71 <sup>b</sup>	9,9 <sup>cd</sup>	5,86 <sup>bc</sup>
A4	2	873 <sup>ab</sup>	199 <sup>a</sup>	176 <sup>bc</sup>	79 <sup>cde</sup>	74 <sup>bcd</sup>	10,1 <sup>cde</sup>	6,03 <sup>cde</sup>
B1	4	894 <sup>ab</sup>	245 <sup>bc</sup>	163 <sup>bc</sup>	82 <sup>de</sup>	78 <sup>cd</sup>	10,6 <sup>de</sup>	6,41 <sup>de</sup>
B2	4	890 <sup>ab</sup>	247 <sup>bc</sup>	152 <sup>b</sup>	70 <sup>b</sup>	72 <sup>b</sup>	9,6 <sup>bc</sup>	5,66 <sup>bc</sup>
B3	4	890 <sup>ab</sup>	208 <sup>a</sup>	199 <sup>c</sup>	75 <sup>bcd</sup>	73 <sup>bc</sup>	10,1 <sup>cde</sup>	6,02 <sup>cd</sup>
C1	4	922 <sup>b</sup>	309 <sup>d</sup>	91 <sup>a</sup>	59 <sup>a</sup>	62 <sup>a</sup>	8,5 <sup>a</sup>	4,92 <sup>a</sup>
C2	4	855 <sup>a</sup>	223 <sup>ab</sup>	151 <sup>b</sup>	70 <sup>b</sup>	70 <sup>b</sup>	9,2 <sup>ab</sup>	5,42 <sup>b</sup>
	SE	28	18	27	5,3	3,7	0,48	0,34
Fläche 5	17	889	238	164	74	72	9,7	5,79
Fläche 6	17	900	244	152	75	72	10,0	5,94

Hochgestellte Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Aufwüchsen (LSD-Test,  $p < 0,05$ )

b): Mittelwert und Variation der Nutzungsvarianten

<b>A</b>	M	14	903	240	165	78	74	10,2	6,11
	SD		18	21	27	5,2	3,8	0,53	0,38
	Min		867	195	120	69	69	9,5	5,62
	Max		926	271	201	87	81	11,1	6,79
<b>B</b>	M	12	891	233	172	76	74	10,1	6,03
	SD		14	23	34	8	4,5	0,61	0,45
	Min		874	195	108	(57)	65	9,2	5,35
	Max		920	265	209	88	81	11,1	6,81
<b>C1</b>	M	4	922	309	91	59	62	8,5	4,92
	SD		13	20	31	5,8	3,1	0,37	0,26
	Min		907	281	69	54	59	8,1	4,65
	Max		934	328	137	67	66	9,0	5,27
<b>C2</b>	M	4	855	223	151	70	70	9,2	5,42
	SD		73	32	22	6,6	5,6	0,77	0,51
	Min		746	179	122	62	63	8,5	5,03
	Max		897	257	171	76	75	10,2	6,13

# Leistungsfähigkeit von Weißkleegrasbeständen auf lehmigen Sandböden Schleswig-Holsteins

von

Rainer Wulfes\*, Kerstin Marrek\*, Hartmut Ott\* und Friedhelm Taube\*\*

\* Fachbereich Landbau, Fachhochschule Kiel

\*\* Lehrstuhl Grünland und Futterbau der Christian-Albrechts-Universität Kiel

## 1. Einleitung

Weißkleegrasbestände sind unabdingbar, wenn für eine intensive Milchproduktion, unter der Voraussetzung niedriger N-Intensitäten, qualitativ hochwertiges Grundfutter in ausreichender Menge auf dem Dauergrünland produziert werden soll. Die Erarbeitung produktionstechnischer Grundlagen für die Etablierung und Erhaltung produktiver Weißkleegrasbestände, gerade auf sandigen Böden der Geest, sind in den letzten 10 Jahren Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Für Schleswig-Holstein beschränken sich die Ergebnisse im wesentlichen auf die Sortenfrage beim Weißklee (PUZIO et al., 1997), auf den Einfluß der Nutzungshäufigkeit sowie der optimalen N-Düngungsmenge (WILHELMY et al., 1991). Im norddeutschen Klimaraum kommt dem Deutschen Weidelgras als Begleitgras in Weißkleegrasbeständen eine überragende Bedeutung zu. Ziel dieser Untersuchung ist es, den Einfluß des Sortentyps des Deutschen Weidelgrases in Verbindung mit der N-Düngungshöhe und -verteilung auf Ertrags- und Qualitätsparameter von Weißkleegrasgemengen unter den speziellen Bedingungen der schleswig-holsteinischen Geest, als dem Hauptgebiet intensiver Milchproduktion in Schleswig-Holstein, zu quantifizieren.

## 2. Material und Methoden

Übersicht 1 beschreibt die Versuchsanlage und die gewählten Versuchsfaktoren. Die N-Düngungsmengen für die Weißkleegrasbestände variierten zwischen 0 und 200 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>, da erfahrungsgemäß in diesem N-Düngungsbereich die Umschichtung der Bestände erfolgt (WILHELMY et al., 1991). Jenseits von 200 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> stellen sich reine Grasbestände ein. Zur varianzanalytischen Auswertung der N-Effekte auf die Weißkleegrasbestände wurden demzufolge nur die N-Stufen 0 bis 200 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> einbezogen. Die ungedüngten Reinsaaten der gewählten Deutsch Weidelgrassorten dienen der Quantifizierung der Fixierungsleistung des Weißklee nach der Differenzmethode bzw. zur Beschreibung der natürlichen Standortproduktivität. Diese Größen sind allerdings nicht Gegenstand dieser Arbeit. Die 400 kg N-Variante dient dem Vergleich der Ertragsleistung der Weißkleegrasvarianten mit der potentiellen Ertragsleistung von Grasbeständen auf diesem Standort. Die N-Düngerverteilung erfolgte „strategisch“, d. h. nicht gleichmäßig über die Aufwüchse verteilt, sondern betont im ersten Teil der Vegetationsperiode. Eine Besonderheit der Versuchsanlage besteht in der praxisorientierten, d. h. entwicklungsspezifischen Nutzung der Bestände im Mähweiderhythmus. Dazu wurde jede Variante zum Zeitpunkt optimaler Nutzungsreife in den einzelnen Aufwüchsen geerntet (1. Aufwuchs zur Siloreife; Beginn Ährenschieben, Nachwüchse bei Weidereife: ca. 20 dt TM ha<sup>-1</sup>). Daraus resultieren unterschiedliche Nutzungshäufigkeiten und Düngungstermine der einzelnen Varianten.

## Übersicht 1: Versuchsaufbau und untersuchte Merkmale

<b>Versuchsstandort:</b>	Ostenfeld (RD); Bodenart: IS, ca. 40 Bodenpunkte	
<b>Versuchsanlage:</b>	Spaltanlage mit 4 Wiederholungen	
<b>Versuchsfaktoren</b>	<b>Faktorstufen</b>	
1. N-Düngung:	1.1 0 kg N ha <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup>	(N0)
	1.2 50 kg N ha <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> zum 1. Aufwuchs	(N1x50)
	1.3 100 kg N ha <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> zum 1. Aufwuchs	(N1x100)
	1.4 100 kg N, je 50 zum 1. - 2. Aufwuchs	(N2x50)
	1.5 150 kg N ha <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> , je 50 zum 1. - 3. Aufwuchs	(N3x50)
	1.6 200 kg N ha <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> , je 50 zum 1. - 4. Aufwuchs	(N4x50)
	1.7 400 kg N ha <sup>-1</sup> Jahr <sup>-1</sup> , je 100 zum 1. - 4. Aufwuchs	(N4x100)
2. Sortentyp:	2.1 <i>Lolium perenne</i> früh	(DW-früh)
	2.2 <i>Lolium perenne</i> spät	(DW-spät)
	2.3 <i>Lolium perenne</i> früh/spät	(DW-früh/spät)

Ergänzend in der ungedüngten Variante alle DW-Sorten in Reinsaat.

### Ansaatmischungen:

Grasreinsaat: 30 kg ha<sup>-1</sup> der Sorten 'Gremie', 'Bastion', 'Vigor' und 'Condesa'

Weißklee gras 27 kg ha<sup>-1</sup> *Lolium perenne* + 3 kg ha<sup>-1</sup> *Trifolium repens* 'Milkanova'.

DW-früh: je 50 % 'Gremie' und 'Bastion',

DW-spät: je 50 % 'Vigor' und 'Condesa',

DW-früh/spät: je 25 % 'Gremie', 'Bastion', 'Vigor' und 'Condesa'.

**Aussaat:** Blanksaat Ende August 1992

**Nutzung:** Im Mähweiderhythmus bei optimaler Nutzungsreife der Varianten

1. Aufwuchs bei Siloreife: Beginn Ährenschieben

Nachwüchse bei Weidereife: ca. 20 dt TM ha<sup>-1</sup>.

**Prüfungszeitraum:** 1. bis 3. Hauptnutzungsjahr 1993, 1994, 1995.

**Untersuchte Parameter:** TM-Ertrag, Energiekonzentration (NIRS, Menke und Steingass, 31e), Energieertrag, RP-Gehalt (NIRS, Kjeldahl), N-Ertrag.

## 3. Ergebnisse und Diskussion

Durch dieentwicklungsspezifische Nutzung der einzelnen Aufwüchse ergeben sich unterschiedliche Nutzungshäufigkeiten der einzelnen Varianten (Tab. 1).

**Tab. 1: Einfluß des N-Düngungsregimes und des Sortentypes des Begleitgrases auf die Nutzungshäufigkeit (Nutzungen/Jahr) der Weißklee grassmenge**

Ostenfeld (IS); Begleitgras Deutsches Weidelgras; Mittel 3 Jahre, 4 Wdh

DW-Sortentyp	N-Düngung (kg N ha <sup>-1</sup> )						
	0	1x50	1x100	2x50	3x50	4x50	4x100
DW-früh	4,3	4,0	4,3	4,3	4,3	5,0	5,3
DW-spät	3,3	3,3	3,7	3,7	4,0	4,0	4,7
DW-früh/spät	4,0	4,0	4,0	4,0	4,3	4,7	5,0
Mittel	3,9	3,8	4,0	4,0	4,2	4,6	5,0

Die Produktivitäts- und Qualitätsmerkmale werden als über die Nutzungen aufsummierte Jahreserträge bzw. gewichtete Jahresdurchschnittswerte dargestellt. Alle ausgewählten Merkmale, waren in ihrer Ausprägung signifikant durch das Jahr beeinflusst, wobei die Wirkungsrichtung der untersuchten Faktoren N-Düngung und Sortentyp des Begleitgrases ebenfalls vom Jahr und den damit verbundenen wechselnden Weißkleeanteilen beeinflusst waren. Im Folgenden werden nur gemittelte Werte über die 3 Versuchsjahre präsentiert. Tabelle 2 zeigt die geschätzten Weißklee Ertragsanteile.

**Tab. 2: Einfluß des N-Düngungsregimes und des Sortentypes des Begleitgrases auf den Weißkleeanteil (% d. TM) der Weißkleeertragsgemenge**  
Ostenfeld (IS); Begleitgras Deutsches Weidelgras; Mittel 3 Jahre, 4 Wdh

DW-Sortentyp	N-Düngung (kg N ha <sup>-1</sup> )					
	0	1x50	1x100	2x50	3x50	4x50
DW-früh	32	26	19	17	6	5
DW-spät	26	20	16	14	4	4
DW-früh/spät	24	22	20	13	7	4
Mittel	27	23	18	15	6	4

Den Einfluß des N-Düngungsregimes auf ausgewählte Leistungsparameter der Weißkleeertragsgemenge zeigt Tabelle 3. Wie aus den Ertragsanteilen des Weißkleees in den Gemengen hervorgeht, liegen ab ca. 150 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> fast reine Grasbestände vor, der Weißklee wird sukzessiv von der N-Düngung ersetzt. Hinsichtlich des TM- und NEL-Ertrages bestehen zwischen allen gedüngten Varianten bis 150 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> keine gesicherten Unterschiede, allerdings fällt bei 150 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> der NEL-Gehalt um 0,13 MJ NEL/kg TM und der RP-Gehalt um 3,4 % im Vergleich zu 50 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>.

**Tab. 3: Einfluß des N-Düngungsregimes auf Leistungsmerkmale der Weißkleeertragsgemenge**

Ostenfeld (IS); Begleitgras Deutsches Weidelgras; Mittel 3 Jahre, 3 Mischungen, 4 Wdh

N-Düngung	TM dt/ha	NEL MJ/kg TM	NEL GJ/ha	RP % TM	N kg/ha
0	81,6 <sup>c</sup>	6,64 <sup>a</sup>	53,7 <sup>c</sup>	18,8 <sup>a</sup>	228 <sup>a</sup>
1x50	86,2 <sup>b</sup>	6,58 <sup>b</sup>	55,7 <sup>bc</sup>	18,3 <sup>b</sup>	224 <sup>a</sup>
1x100	87,4 <sup>b</sup>	6,51 <sup>c</sup>	56,1 <sup>b</sup>	17,6 <sup>c</sup>	220 <sup>a</sup>
2x50	85,7 <sup>b</sup>	6,50 <sup>c</sup>	54,9 <sup>bc</sup>	16,5 <sup>d</sup>	203 <sup>b</sup>
3x50	89,7 <sup>b</sup>	6,45 <sup>d</sup>	57,1 <sup>b</sup>	15,4 <sup>c</sup>	190 <sup>c</sup>
4x50	94,4 <sup>a</sup>	6,46 <sup>d</sup>	60,1 <sup>a</sup>	15,7 <sup>c</sup>	199 <sup>bc</sup>
4x100	114,8	6,47	72,7	20,0	320
GD <sub>0.05</sub> (0-200 kg N)	4,5***	0,04***	2,5***	0,3***	13***

Die frühjahrsbetonte N-Gabe von 100 kg N führt zu 1 % höheren RP-Gehalten und ca. 20 kg N ha<sup>-1</sup> höheren N-Entzügen im Vergleich zur Aufteilung dieser N-Gabe auf 2 Aufwüchse. Die höheren Weißkleeanteile dieser Variante (vgl. Tab. 2) bestätigen diese Reaktion. Die jahresbedingten Schwankungen im Ertrag waren besonders in den weißkleereichen Varianten ausgeprägt und nahmen mit steigender N-Intensität ab.

Der Einfluß der geprüften Sortentypen des Deutschen Weidelgrases zeigt sich im Energieertrag und in der Energiekonzentration (ohne Tab.). Die Mischungen mit den frühen Sortentypen erreichten bei höherem TM-Ertrag und höherer Energiedichte einen im Mittel der N-Varianten um 5 GJ NEL ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> höheren Energieertrag als die Mischungen mit den späten Sortentypen. Damit werden Ergebnisse von FRAME und BOYD (1986) aus dem angelsächsischen Bereich bestätigt. Die Gemenge mit frühen und späten Sortentypen verhielten sich intermediär. Allerdings ist der Einfluß der Sortentypen auf die Leistungsparameter der Kleeertragsgemenge in Abhängigkeit vom N-Düngungsregime zu sehen. Besonders im TM- und NEL-Ertrag traten deutliche Wechselwirkungen auf. In Tabelle 4 ist der Einfluß von Sortentyp und N-Düngungsregime auf den NEL-Ertrag der Gemenge dargestellt. Im niedrigen N-Düngungsbereich traten Unterschiede von ca. 10 GJ NEL ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> auf zugunsten der Mischung mit den frühen Sorten. Ähnliche Effekte sind auch für die N-Düngerwirkung

bei Reinsaaten dieser Sortentypen bekannt (TAUBE und WULFES, 1992). Offensichtlich sichern die unterschiedlichen Wachstumsrhythmen dieser Sortentypen und des Weißkleees einen hohen Jahresertrag, indem die Konkurrenzsituation zum Weißklee im Sommer entschärft wird, was sich auch in höheren Weißkleeanteilen in diesen Varianten zeigte. Auf leichten Standorten kommt zudem der besseren Ausnutzung der Winterfeuchtigkeit durch frühe Sortentypen besondere Bedeutung zu.

**Tab. 4: Einfluß von N-Düngungsregime und Sortentyp auf den Energieertrag (GJ NEL ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup>) von Weißkleeergasgemengen**

Ostenfeld (IS); Begleitgras Deutsches Weidelgras; Mittel 3 Jahre, 4 Wdh

N-Düngung (kg N/ha)	Sortentyp Deutsches Weidelgras		
	DW-früh	DW-spät	DW-früh/spät
0	60,82 <sup>a</sup>	50,94 <sup>b</sup>	52,50 <sup>b</sup>
1x50	58,74 <sup>a</sup>	51,15 <sup>b</sup>	58,75 <sup>a</sup>
1x100	57,38 <sup>a</sup>	57,40 <sup>a</sup>	58,56 <sup>a</sup>
2x50	59,07 <sup>a</sup>	56,08 <sup>a</sup>	56,87 <sup>a</sup>
3x50	57,44 <sup>a</sup>	57,83 <sup>a</sup>	60,85 <sup>a</sup>
4x50	61,23 <sup>a</sup>	61,88 <sup>a</sup>	61,90 <sup>a</sup>
4x100	72,34	73,33	78,06
GD <sub>0,05</sub> (0-200 kg N)	6.2		

#### 4. Zusammenfassung

In einer dreijährigen Feldversuchsserie wurde der Einfluß des Sortentypes des Deutschen Weidelgrases und des N-Düngungsregimes auf Leistungsparameter von Weißkleeergasgemengen untersucht. Als wesentliche Ergebnisse lassen sich festhalten:

- Weißkleeergasgemenge mit frühen Sortentypen des Deutschen Weidelgrases sind unter den Bedingungen der schleswig-holsteinischen Geest den Mischungen mit späten Sortentypen überlegen. Sie zeichnen sich besonders durch höhere Weißkleeanteile, verbunden mit höheren Energiekonzentrationen und -erträgen bei gleichen RP-Gehalten aus. Unter Mähweidennutzung ist dadurch eine höhere Nutzungsfrequenz erforderlich. Diese Effekte treten besonders bei niedrigem N-Düngungsniveau auf.
- Bis 150 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> waren keine Ertragsunterschiede zwischen den Düngungsvarianten abzusichern, allerdings sank bei 150 kg N ha<sup>-1</sup> Jahr<sup>-1</sup> der RP-Gehalt um 3,4 % und der NEL-Gehalt um 0.1 MJ NEL kg TM<sup>-1</sup>.
- Die frühjahrsbetonte N-Düngung ist einer gleichmäßigen Verteilung vorzuziehen. Eine einmalige Gabe von 100 kg N ha<sup>-1</sup> zum 1. Aufwuchs förderte bei gleichem Ertrag den Weißkleeanteil, den RP-Gehalt und die N-Aufnahme durch den Bestand im Vergleich zu 2 Gaben je 50 kg N ha<sup>-1</sup> zum 1. und 2. Aufwuchs.

#### 5. Literatur

- FRAME, J. and A. G. BOYD, 1986: Effect of cultivar and seed rate of perennial ryegrass and strategic fertilizer nitrogen on the productivity of grass/white clover swards. *Grass and Forage Science*, **41**, 359-366
- PUZIO, S., F. TAUBE und A. KORNER, 1997: Einfluß des Genotyps auf das Überwinterungsverhalten und die Ertragsbildung von Weißklee. 41. Jahrestagung der AGF in der Ges. für Pflanzenbauwissenschaften, 41-54
- TAUBE, F. and R. WULFES, 1992: Seasonal variation in nitrogen use efficiency of contrasting varieties of perennial ryegrass. Proc. Of the 14<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation, Lahti, Finland, 538-539
- WILHELMY, B. A. KORNER und F. TAUBE, 1991: Leistungsfähigkeit weißkleebasierter Produktionssysteme auf dem Dauergrünland in Abhängigkeit von der Nutzungshäufigkeit und der Stickstoffdüngung. 35. Jahrestagung der AGF in der Ges. für Pflanzenbauwissenschaften, 41-54



# **N-Konzentration von Einzelpflanzen in Abhängigkeit von den Dominanzverhältnissen im Bestand**

von

Katharina Stroh, Markus Lötscher und Hans Schnyder

Lehrstuhl für Grünlandlehre, Technische Universität München  
85350 Freising-Weihenstephan

## **1. Einleitung**

Auf extensiv genutzten Weiden unterscheiden sich die Pflanzenbestände sehr stark in ihrer Struktur, da die Nährstoffverteilung über die Exkremente sehr heterogen ist. Durch das hohe N-Angebot nach einem Harnereignis werden die Bestände einerseits höher. Infolgedessen bekommen hochwüchsige Arten mehr Licht als niedrigwüchsige Arten. Andererseits werden die Bestände dichter (STROH et al. 1997a), so daß einzelne Individuen bzw. einzelne Triebe stärker beschattet werden.

Die Lichtverteilung im Bestand beeinflusst im allgemeinen die vertikale N-Verteilung, so daß die Bestandesphotosynthese optimiert wird (HIROSE & WERGER 1987). Dementsprechend sollte sich das Lichtregime auch auf die N-Konzentration von Individuen auswirken. Z. B. fanden ANTEN et al. (1996) in Individuen, die nicht die oberste Bestandesschicht erreichten, höhere N-Konzentrationen als in dominanten Individuen. Möglicherweise bewirkt also das nach einem Harnereignis erhöhte N-Angebot über die Bestandesdichte und damit über das Lichtregime eine erhöhte N-Konzentration in den Individuen und damit im Gesamtbestand. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die N-Konzentration von Individuen in Modellbeständen in Abhängigkeit von ihrem Lichtgenuß zu beschreiben und diesen Zusammenhang anhand von Beständen einer extensiv genutzten Weide näher zu untersuchen.

## **2. Material und Methoden**

1996 wurde auf einer extensiv genutzten Weide (Versuchsstation Klostersgut Scheym des Forschungsverbundes Agrarökosysteme München) an drei Orten in drei Aufwüchsen je eine Harn- und eine Nicht-Harnstelle ermittelt. Kurz vor der Beweidung wurde an diesen Stellen die Lichtverteilung im Bestand gemessen (28.5., 24.7., 10.9.). Anschließend wurden die Bestände schichtweise geerntet und nach Arten sortiert.

Zusätzlich wurde ein Versuch unter kontrollierten Bedingungen (18/13 °C Tag/Nacht, Photoperiode 16 h bei 450  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  PPFD) angelegt. Die Anzucht der Pflanzen erfolgte unter Ausschluß von Wurzelkonkurrenz in Töpfen ( $\varnothing$  5 cm, 35 cm tief) auf Sand mit Nährlösung (7,5 mM  $\text{NO}_3\text{-N}$ ). Um Bestände mit unterschiedlichem Lichtregime für die Individuen zu erhalten, wurden je drei monospezifische Bestände von *Lolium multiflorum* (hochwüchsig), *Lolium perenne* (mittel) und *Poa pratensis* (niedrigwüchsig) über drei Wochen angezogen und anschließend geschnitten. In jeden dieser Bestände wurden zwei Wochen alte Einzelpflanzen von entweder *Dactylis glomerata*, *Taraxacum officinale* oder *Medicago sativa* so eingebracht, daß neun Bestände aus jeweils einer Hintergrund-Art mit einer Einzelpflanzen-Art entstanden. Fünf Wochen später wurde in den Beständen die Lichtverteilung gemessen und anschließend schichtweise geerntet.

Nach der Ernte wurde in beiden Experimenten die Blattfläche und die Trockenmasse gemessen, sowie der Gesamt-N- und Gesamt-C-Gehalt mittels Elementaranalyse

bestimmt. Der Lichtgenuß einzelner Bestandekomponenten wurde aus ihrem Anteil an der Blattfläche in jeder Bestandesschicht und der jeweiligen Lichtschwächung geschätzt.

### 3. Ergebnisse

Unter kontrollierten Bedingungen absorbierten die Individuen mit der größten Biomasse am meisten Licht (Abb. 1). Bei *T. officinale* war die Beziehung zwischen Biomasse und relativem Lichtgenuß vergleichsweise schwach. Individuen von *M. sativa* bildeten am meisten Biomasse.

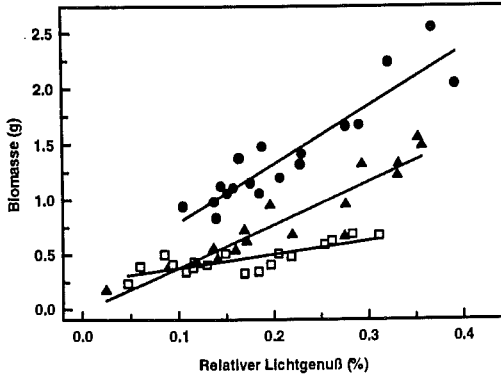


Abb. 1: Biomasse von Individuen von *D. glomerata* (▲), *T. officinale* (□) und *M. sativa* (●) in Abhängigkeit vom Lichtgenuß in verschiedenen gemischten Beständen.

Infolge der stärkeren Verdünnung bei höherer Biomasse-Produktion war die N-Konzentration bei *M. sativa* deutlich geringer als bei *D. glomerata* und *T. officinale* (Abb. 2). Innerhalb jeder Art nahm die N-Konzentration in den Individuen mit zunehmendem Lichtgenuß ab. Bei *D. glomerata* und *T. officinale* blieben einige Individuen subdominant und zeigten die höchsten N-Konzentrationen. Dagegen konnten bei *M. sativa* alle Individuen in die obersten Bestandesschichten vordringen und die Beziehung zwischen N-Konzentration und Lichtgenuß war nur schwach ausgeprägt. Allerdings wiesen einzelne Nebentriebe, die an der Sproßbasis inseriert waren und subdominant blieben, deutlich höhere N-Konzentrationen als die gesamte Pflanze auf.

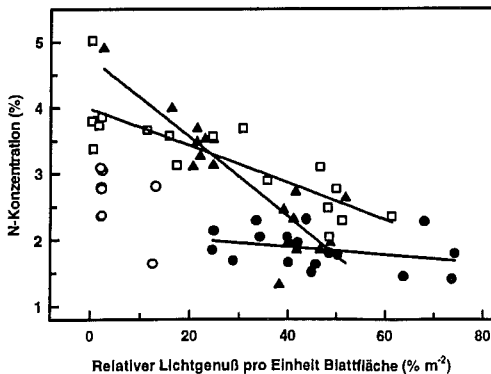


Abb. 2: N-Konzentration in der Biomasse von Individuen von *D. glomerata* (▲), *T. officinale* (□) und *M. sativa* (●), sowie von subdominanten Nebentrieben von *M. sativa* (○) in Abhängigkeit vom Lichtgenuß.

In den Beständen der extensiv genutzten Weide zeigten die Gräser mit abnehmendem Lichtgenuß eine höhere N-Konzentration, während diese bei *T. officinale* und *T. repens* vom Licht unabhängig war (Abb. 3). In den deutlich niedrigeren Weidebeständen erreichten die Arten immer die obersten Bestandesschichten, so daß sie zwar infolge der höheren Bestandesdichte auf Harnstellen weniger Licht bekamen, aber nur in einem Fall (*T. repens*, rel. Lichtgenuß < 5 % m<sup>2</sup>) vollständig beschattet wurden.

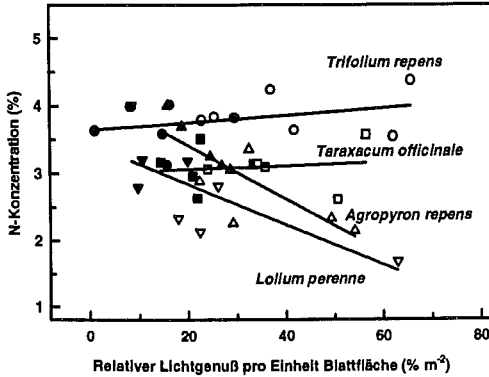


Abb. 3: N-Konzentration in der Biomasse von *A. repens* (▲), *L. perenne* (▼), *T. officinale* (■) und *T. repens* (●) in Abhängigkeit vom Lichtgenuß in gemischten Beständen einer extensiv genutzten Weide (Nicht-Harnstellen: offene Symbole; Harnstellen: gefüllte Symbole).

Je nach Artenzusammensetzung und Dominanzverhältnissen reagierte auch der Gesamtbestand in seiner N-Konzentration unterschiedlich auf eine Harnzufuhr (Abb. 4): In den grasreichen Beständen des 2. Aufwuchses erhöhte sich die N-Konzentration mit abnehmendem Lichtgenuß sehr stark, wie auch die N-Konzentration der Gräser um 1 % zunahm (Abb. 3; vgl. STROH et al. 1997b). Im Gegensatz dazu blieb in den von *T. officinale* dominierten Beständen des 3. Aufwuchses die N-Konzentration nach einem Harnereignis gleich, da sich auch die N-Konzentration der Kräuter nicht erhöhte.

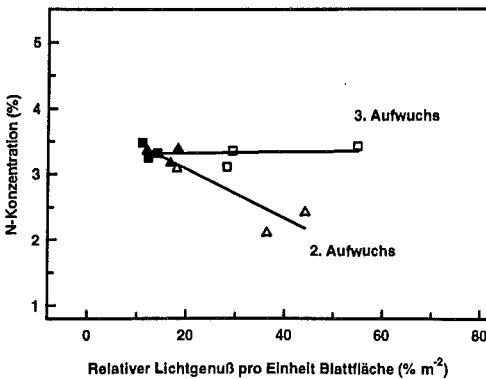


Abb. 4: N-Konzentration in der Biomasse von Beständen einer extensiv genutzten Weide im 2. (▲) und 3. Aufwuchs (■) in Abhängigkeit vom Lichtgenuß (Nicht-Harnstellen: offene Symbole; Harnstellen: gefüllte Symbole).

#### 4. Diskussion

Je mehr Licht ein Individuum bekam, desto mehr Biomasse produzierte es und desto geringer war seine N-Konzentration. Also zeigten subdominante Individuen von *D. glomerata* und *T. officinale*, die am wenigsten Licht absorbierten, die höchsten N-Konzentrationen (vgl. ANTEN et al. 1996). Ebenso war die N-Konzentration in subdominanten Nebentrieben von *M. sativa* höher als in der gesamten Pflanze. Die Individuen von *M. sativa* erreichten immer die obersten Bestandesschichten und bildeten bei geringem Lichtangebot zugunsten des Haupttriebes weniger Nebentriebe, die dann auch subdominant blieben. Daher war die N-Konzentration der gesamten Pflanze nur schwach vom Lichtgenuß abhängig. Im Gegensatz dazu reduzierten die Gräser die Nebentriebbildung bei geringem Lichtgenuß nicht so stark, so daß die einzelnen Triebe stärker beschattet wurden und die N-Konzentration der Gesamtpflanze stark vom Lichtangebot abhing. *T. officinale* kann nicht durch Nebentriebbildung reagieren. Er erreichte in den niedrigeren Weidebeständen immer die oberste Bestandesschicht und seine N-Konzentration war - wie bei *M. sativa* - vom Lichtgenuß unabhängig. Im Gegensatz dazu blieb er unter kontrollierten Bedingungen teilweise subdominant und seine N-Konzentration nahm mit zunehmendem Lichtgenuß ab. Vermutlich ist also neben dem aufsummierten Lichtgenuß auch die maximale Lichtmenge im vom Individuum besetzten Raum von Bedeutung. Auf Harnstellen war die Erhöhung der N-Konzentration mit abnehmendem Lichtgenuß nicht stärker, als auf Nicht-Harnstellen. Die Erhöhung des N-Angebotes bewirkte zunächst eine stärkere Bestockung der Gräser. Infolge des dichteren Bestandes erhielten die einzelnen Individuen weniger Licht und produzierten weniger Biomasse, so daß die Verdünnung des N geringer war. Daher war die N-Konzentration der Individuen und des Gesamtbestandes höher als in Beständen auf Nicht-Harnstellen. Folglich sollten dichtere Bestände im allgemeinen höhere N-Konzentrationen als offenere Bestände aufweisen (vgl. HIROSE et al. 1988).

#### Literatur

- ANTEN, N. P. R., und M. J. A. WERGER, 1996: Canopy structure and nitrogen distribution in dominant and subordinate plants in a dense stand of *Amaranthus dubius* L. with size hierarchy of individuals. *Oecologia* **105**, 30 - 37.
- HIROSE, T. und M. J. A. WERGER (1987): Maximizing daily canopy photosynthesis with respect to the leaf nitrogen allocation pattern in the canopy. *Oecologia* **72**, 520 - 526.
- HIROSE, T., M. J. A. WERGER, T. L. PONS und J. W. A. VAN RHEENEN, 1988: Canopy structure and leaf nitrogen distribution in a stand of *Lysimachia vulgaris* L. as influenced by stand density. *Oecologia* **77**, 145 - 150.
- STROH, K., M. LÖTSCHER und H. SCHNYDER (1997a): Bestandesstruktur und vertikale N-Verteilung in Weidebeständen. In: 41. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau, 220 - 221.
- STROH, K., M. LÖTSCHER und H. SCHNYDER (1997b): Stickstoff-Status von Weidevegetation. In: Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften **10**, 223 - 224.

#### Danksagung:

Die Forschungsaktivitäten des FAM werden durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF 0339370) unterstützt. Die Pacht- und Betriebskosten der Versuchsstation Klostergut Scheyern trägt das Bayerische Staatsministerium für Unterricht und Kultur, Wissenschaft und Kunst.

# CO<sub>2</sub>-Gaswechsel von Individuen im Pflanzenbestand

von

Markus Lötscher und Hans Schnyder

Lehrstuhl für Grünlandlehre, Technische Universität München  
85350 Freising-Weihenstephan

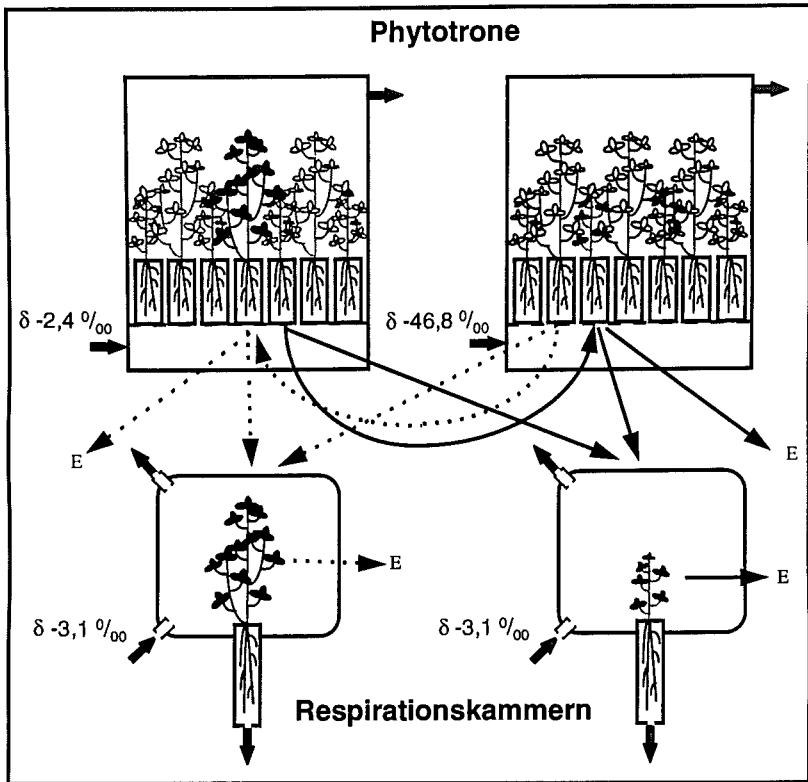
## 1. Einleitung

Pflanzengesellschaften des Grünlands bestehen aus verschiedenen Arten und aus Individuen unterschiedlicher Größe. Für die Konkurrenzkraft eines Individuums sind das Wachstumspotential und die Wuchsform wichtige Parameter. In gedüngten Beständen konkurrieren Pflanzen im wesentlichen um Licht, den treibenden Faktor der Photosynthese. Hochwachsende Arten mit schneller Entwicklung erlangen die Dominanz in einem Bestand, indem sie den größten Anteil des einfallenden Lichtes absorbieren und den Nachbarindividuen Licht entziehen. Die Fähigkeit zur Lichtausbeute in der obersten Bestandesschicht ist jedoch verbunden mit einem erhöhten Bedarf an tragenden Strukturen (Stengel, Blattstiel) in tieferen Schichten. Folglich absorbieren dominante Arten zwar mehr Licht pro Blattfläche aber die Lichtabsorption (Nutzen) pro Sproßbiomasse (Kosten) ist vergleichbar mit derjenigen von subordinaten Arten (Hirose und Werger 1995). In monospezifischen Populationen oder in Populationen mit Individuen ähnlicher Wuchsform ist dagegen die Höhe der Individuen häufig normalverteilt, während die Sproßmasse der Individuen eine schiefe Verteilung aufweist (Harper 1977, Hara 1984). Solche Populationen zeichnen sich durch viele leichte und wenige schwere Individuen aus, wobei auch die leichten Individuen eine Blattausbildung in der obersten Bestandesschicht anstreben. In diesen Beständen ist es denkbar, daß kleine Individuen relativ höheren Kosten (strukturelle Biomasse) im Vergleich zum Nutzen (Lichtabsorption, Photosynthese) unterliegen als große Individuen. Nachdem die Größenverteilung der Individuen im Bestand eingehend erforscht wurde, werden vermehrt Fragen über die Kosten/Nutzen-Verhältnisse der Raumgewinnung und -ausbeutung angegangen. Im folgenden wird eine Methode vorgestellt, mit der über Gaswechsellmessungen und Analysen von Inhaltstoffen Einsicht in das Verhältnis der Kosten der Raumgewinnung zum Nutzen der Lichtabsorption eines Individuums im Bestand erlangt werden soll.

## 2. Material und Methoden

Pflanzen werden in Töpfen ( $\varnothing$  5 cm, 35 cm tief) angezogen und in maximal vier Phytotrone zu Beständen zusammengestellt. Auf diese Weise können Modellbestände mit unterschiedlicher Artenzusammensetzung und mit Individuen in unterschiedlichen hierarchischen Positionen unter kontrollierten Bedingungen untersucht werden. Die Phytotrone sind Bestandteil einer Gaswechsellmeßanlage mit kontinuierlicher Erfassung der Flüsse und der C-Isotopenzusammensetzung ( $\delta$ ) des CO<sub>2</sub> am Eingang und Ausgang der Phytotrone (Schnyder et al. 1997). Die Phytotrone werden mit einem  $\delta(\text{CO}_2)$  von  $-2,4 \text{ ‰}$  oder mit einem  $\delta(\text{CO}_2)$  von  $-46,8 \text{ ‰}$  beschickt (Abb. 1). Dies ermöglicht eine Anzucht der Bestände bei unterschiedlicher Isotopie des angebotenen CO<sub>2</sub> mit kontinuierlicher Messung des Bestandesgaswechsels. Zur Markierung des aktuell aufgenommenen Kohlenstoffes (C) werden einzelne Individuen für die Dauer einer Lichtperiode aus dem Bestand genommen und in einen gleichartigen Bestand gebracht, der ein anderes  $\delta(\text{CO}_2)$  erhält. Anschließend werden die markierten Individuen geerntet oder vor der Ernte in Respira-

tionskammern zur Messung der Sproß- und Wurzelrespiration eingeschlossen. Zur Ernte werden Höhe, Blattfläche und Trockenmasse der Individuen sowie deren C- und N-Gehalte in der Biomasse und das  $\delta$  des C bestimmt. NDF-Analysen geben Einsicht über den Anteil struktureller Masse an der Gesamtbiomasse.



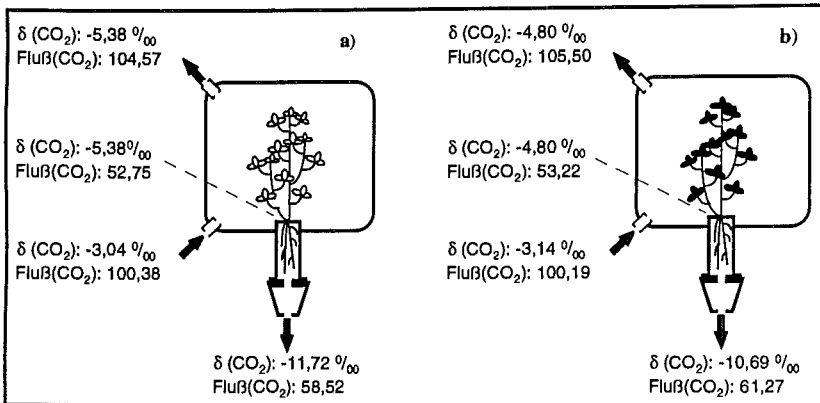
**Abb. 1:** Schematische Darstellung der C-Markierung und Respirationmessung von Individuen. Pflanzenbestände werden mit unterschiedlichem  $\delta(\text{CO}_2)$  angezogen. Einzelne Individuen werden für die Dauer einer Lichtperiode zwischen den Phytotronen ausgetauscht. Anschließend werden sie direkt oder nach der Messung von Sproß- und Wurzelrespiration geerntet (E). Kontrollpflanzen werden am Ende der Lichtperiode ohne Markierung in die Respirationskammern gebracht und anschließend geerntet. Das  $\delta$  des respirierten  $\text{CO}_2$  ist unabhängig vom  $\delta(\text{CO}_2)$  am Eingang der Respirationskammer; dieses muß folglich nicht identisch mit dem  $\delta(\text{CO}_2)$  am Phytotroneingang sein. Die in den Sproßraum der Respirationskammer einströmende sowie die mit einer Vakuumpumpe über den Wurzelraum abgezogene Menge Luft wird mit Massenflußkontrollern geregelt.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Aus der Veränderung der C-Isotopie in der Biomasse bzw. im respirierten CO<sub>2</sub> der markierten Individuen lassen sich i) der Anteil des während einer Lichtperiode netto assimilierten C und ii) die Anteile des während der vorhergehenden Lichtperiode bzw. des früher assimilierten C an der Gesamtrespiration berechnen. δ-Werte der Biomasse stehen noch aus. Die Berechnung der respirierten C-Anteile nach dem Zeitpunkt ihrer Assimilation wird im folgenden erläutert.

*Medicago sativa* wurde in Beständen, wie oben erläutert, bei einem Lichtangebot von 400 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> PPFD (16/8 h Tag/Nacht, 22/18°C) während drei Wochen in Phytotronen angezogen. Die Pflanzen wurden dann auf 8 cm Höhe zurückgeschnitten. Im folgenden Aufwuchs wurden einzelne Individuen aus den Beständen genommen, nach Bedarf markiert und deren Respiration gemessen. Das CO<sub>2</sub>-Angebot betrug während der ganzen Versuchsdauer 250 μmol/mol mit einem δ(CO<sub>2</sub>) von -2,4 ‰ bzw. -46,8 ‰.

In Abb. 2 sind die Meßwerte von Individuen dargestellt, die sich entweder bei gleichbleibendem δ(CO<sub>2</sub>) entwickelten oder die nach der Anzucht für die Dauer einer Lichtperiode einem anderen δ(CO<sub>2</sub>) ausgesetzt waren. Die Messungen erfolgten zwei Wochen nach dem Schnitt.



**Abb. 2:** Beispiel für die C-Isotopie (δ) und Flüsse (nmol CO<sub>2</sub> s<sup>-1</sup>) des CO<sub>2</sub> am Ein- und Ausgang der Respirationskammern sowie am Eingang in den Wurzelraum (---). a) Die Pflanze wurde durchgehend bei einem δ(CO<sub>2</sub>) von -46,8 ‰ angezogen. b) Die Pflanze wurde nach der Anzucht bei einem δ(CO<sub>2</sub>) von -46,8 ‰ für die Dauer einer Lichtperiode von 16 h einem δ(CO<sub>2</sub>) von -2,4 ‰ ausgesetzt.

Um den Anteil des in der vorhergehenden Lichtperiode (aktuell) assimilierten C an der Gesamtrespiration eines Individuums zu berechnen, müssen die δ-Werte des respirierten CO<sub>2</sub> (δ<sub>res</sub>) ermittelt werden. Das δ<sub>res</sub> des Sprosses (δ<sub>res; Sproß</sub>) ergibt sich aus den δ-Werten und den CO<sub>2</sub>-Flüssen (F; nmol s<sup>-1</sup>) am Ein- und Ausgang der Respirationkammer:

$$\delta_{res; Sproß} * F_{res; Sproß} = \delta_{Eingang; Sproß} * F_{Eingang; Sproß} - \delta_{Ausgang; Sproß} * F_{Ausgang; Sproß}$$

wobei:  $F_{res; Sproß} = F_{Eingang; Sproß} - F_{Ausgang; Sproß}$

Für die Berechnung des  $\delta_{\text{res}}$  der Wurzel gilt:

$$\delta_{\text{Eingang; Wurzel}} = \delta_{\text{Ausgang; Sproß}} \quad (\text{Abb. 2}).$$

Für die Pflanze, die dauernd einem  $\delta(\text{CO}_2)$  von  $-46,8 \text{ ‰}$  ausgesetzt war (Abb. 2a), ergab sich ein  $\delta_{\text{res; Sproß}}$  von  $-61,6 \text{ ‰}$  und ein  $\delta_{\text{res; Wurzel}}$  von  $-69,6 \text{ ‰}$ . Im Vergleich dazu respirierte die markierte Pflanze (Abb. 2b) ein  $\delta_{\text{res; Sproß}}$  von  $-36,1 \text{ ‰}$  und ein  $\delta_{\text{res; Wurzel}}$  von  $-49,7 \text{ ‰}$ .

Der Anteil des aktuell assimilierten C (b) an der Gesamtrespiration ergibt sich dann aus der Beziehung:

$$a * \delta_{\text{res; -46,7}} + b * \delta_{\text{res; -2,4}} = \delta_{\text{res; -46,7} \Rightarrow -2,4}$$

wobei:

$\delta_{\text{res; -46,7}}$  =  $\delta$  des respirierten  $\text{CO}_2$ , wenn die Pflanze durchgehend bei einem  $\delta(\text{CO}_2)$ -Angebot von  $-46,7 \text{ ‰}$  wächst.

$\delta_{\text{res; -2,4}}$  =  $\delta$  des respirierten  $\text{CO}_2$ , wenn die Pflanze durchgehend bei einem  $\delta(\text{CO}_2)$ -Angebot von  $-2,4 \text{ ‰}$  wächst.

$\delta_{\text{res; -46,7} \Rightarrow -2,4}$  =  $\delta$  des respirierten  $\text{CO}_2$ , wenn die Pflanze bei einem  $\delta(\text{CO}_2)$ -Angebot von  $-46,7 \text{ ‰}$  angezogen und für eine Lichtperiode einem  $\delta(\text{CO}_2)$  von  $-2,4 \text{ ‰}$  ausgesetzt wird.

Aus den Berechnungen mit je zwei reziprok markierten Individuen (vgl. Abb. 1) und vier Kontrollindividuen ergab sich ein Anteil des aktuell assimilierten C an der Gesamtrespiration von  $64 \% \pm 1,5 \text{ mF}$  beim Sproß und  $41 \% \pm 2,7 \text{ mF}$  bei der Wurzel. Dies deutet darauf hin, daß die metabolisch aktiven Pools im Sproß schneller durch Produkte der aktuellen Photosynthese umgewälzt werden als diejenigen der Wurzel. Ergebnisse aus Vorversuchen weisen zudem auf einen verringerten Einsatz von aktuell assimiliertem C bei kleinen, stark beschatteten Individuen im Vergleich zu großen Individuen hin.

Mit der vorgestellten Methode kann der C-Haushalt von Individuen und seine Abhängigkeit von den Nachbarverhältnissen im Bestand im Detail charakterisiert werden. Wiederholte Messungen der Assimilations- und Respiationsleistung von markierten und Kontrollindividuen geben zusammen mit der Kenntnis der Strukturstoffanteile einen Einblick in die Kosten/Nutzen-Verhältnisse der Raumgewinnung und -ausbeutung von Individuen in unterschiedlicher hierarchischer Position im Verlauf einer Aufwuchsperiode.

### Literatur

- Hara, T., 1984: A stochastic model and the moment dynamics of the growth and size distribution in plant populations. - *Journal of theoretical Biology* **109**, 173-190.
- Harper, J. L., 1977: *Population biology of plants*. - Academic Press, London.
- Hirose, T. and M. J. A. Werger, 1995: Canopy structure and photon flux partitioning among species in a herbaceous plant community. - *Ecology* **76**, 466-474.
- Schnyder, H., T. Gebbing, R. Schäufele und M. Lötscher, 1997: Kontinuierliche Messung des  $\text{CO}_2$ -Gaswechsels, der  $^{13}\text{C}$ -Diskriminierung und der C-Allokation in Pflanzenbeständen. Tagungsband AG Grünland, Aulendorf, 220-221.



# N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung eines Weidebestandes in Abhängigkeit von Kleeanteil, N-Rücklieferung und Meßmethodik

von

Herta König und Uwe Simon

Lehrstuhl für Grünlandlehre, TU München-Weihenstephan

## 1. Einleitung

Leguminosen spielen im Rahmen der standortgerechten Grünlandbewirtschaftung eine bedeutende Rolle. Um ihren Beitrag zur N-Versorgung extensiver Grünlandssysteme bewerten zu können, ist eine möglichst genaue Kenntnis über die Größenordnung der N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung in Abhängigkeit verschiedener Einflußfaktoren notwendig. Zum Leistungspotential von Grünlandleguminosen liegen zahlreiche Ergebnisse vor (DYCKMANS 1986, BAKER & WILLIAMS 1989, LEX 1992, SCHNOTZ 1995). Jedoch beschränken sich diese Untersuchungen im wesentlichen auf schnittgenutzte, neu angelegte Grünlandbestände mit eingeschränkter Artenzahl. Dagegen liegen unter Beweidung, insbesondere langjähriger Dauergrünlandbestände, bisher nur wenige Publikationen vor (NEUENDORFF 1996).

Ziel dieser Untersuchungen war es, die N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung einer langjährigen Weidenarbe in Abhängigkeit von Weißklee-Anteil und Stickstoff-Rücklieferung zu ermitteln. Um methodisch bedingten Unsicherheiten zu begegnen, wurden vergleichend die Differenzmethode und die <sup>15</sup>N-Isotopenverdünnungsmethode angewandt.

## 2. Material und Methodik

Der Versuch wurde 1994 auf einer Weide (Rinder) im ökologisch bewirtschafteten Teil der Versuchsstation Klostergerut Scheuern des Forschungsverbundes Agrarökosysteme München (FAM) als einfaktorielle Blockanlage mit fünf Varianten (Tab. 1) in dreifacher Wiederholung angelegt. Die Auswahl der Flächen erfolgte nach unterschiedlichem Klee-Ertragsanteil (*Trifolium repens*) zu Vegetationsbeginn. Um nicht erfaßbare Einwirkungen der Weidetiere auszuschließen, wurden die ausgewählten Flächen von der Beweidung ausgeschlossen.

Tabelle 1: Varianten zur N<sub>2</sub>-Fixierung eines langjährigen Weidebestandes

Faktor	Stufe	[Abkürzung]
1. Ertragsanteil <i>Trifolium repens</i> (% TM)	1.1 Klee > 30 %	[KK]
	1.2 Klee > 30 % + Harn (16 g N/m <sup>2</sup> )	[KK+H]
	1.3 Klee < 30 %	[K]
	1.4 Klee < 30 % + Harn (16 g N/m <sup>2</sup> )	[K+H]
	1.5 Klee = 0 % (Referenz)	

Die Schätzung der N<sub>2</sub>-Bindung erfolgte mit Hilfe der Differenzmethode (ND) sowie der <sup>15</sup>N-Isotopenverdünnungsmethode (ID) (MCAULIFFE ET AL. 1958). Auf die jeweils 1 m<sup>2</sup> umfassenden Flächen wurden zu jedem Nutzungstermin (vier Aufwüchse) 0,1 g N/m<sup>2</sup> als (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mit 95 atom% <sup>15</sup>N mit einer Rückenspritze appliziert.

Folgende Parameter wurden ermittelt:

- N<sub>2</sub>-, <sup>14</sup>N- und <sup>15</sup>N-Gehalte der jeweiligen Artengruppen (Gräser-Kräuter-Leguminose) zu jedem Aufwuchs
- Ertragsanteil und Trockenmasseertrag der einzelnen Artengruppen zu jedem Aufwuchs

Die Gehalte beziehen sich jeweils auf den oberirdischen Aufwuchs, N-Gehalte von Wurzeln und Stoppeln wurden nicht berücksichtigt.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 N<sub>2</sub>-Bindung in Abhängigkeit vom Kleeanteil

Den Zusammenhang zwischen Weißklee-Ertrag und N<sub>2</sub>-Bindevermögen des langjährigen Weidebestandes beschreibt die in Abbildung 1 ermittelte Regression über die einzelnen Aufwüchse. In die Berechnung wurden sämtliche Varianten (schwankende Weißkleeanteile von 7 bis 52 %, mit/ohne Harn-Rücklieferung) einbezogen. Demnach wurden rund 2,8 kg N pro dt Trockenmasse Weißklee pro ha und Aufwuchs symbiontisch gebunden. Da sich das quadratische Glied der Funktion erst bei sehr hohen Klee-Erträgen auswirkt, kann die Funktion auch auf den Jahresertrag angewandt werden: bei einem mittleren Jahresertrag von 25,6 dt Klee-TM/ha ergeben sich sowohl rechnerisch als auch gemessen rund 72 kg biologisch fixierten Stickstoffs pro ha. Die Fixierungseffizienz von knapp 3 kg N/ha liegt an der unteren Grenze der für Schnittgrünland in der Literatur (RIEDER 1983, WEISSBACH 1995) angegebenen Werte. Inwieweit dieses Ergebnis auf Standort (nord-exponiert) und Weidemanagement zurückzuführen ist, müssen vergleichende Untersuchungen weiterer Weidebestände zeigen.

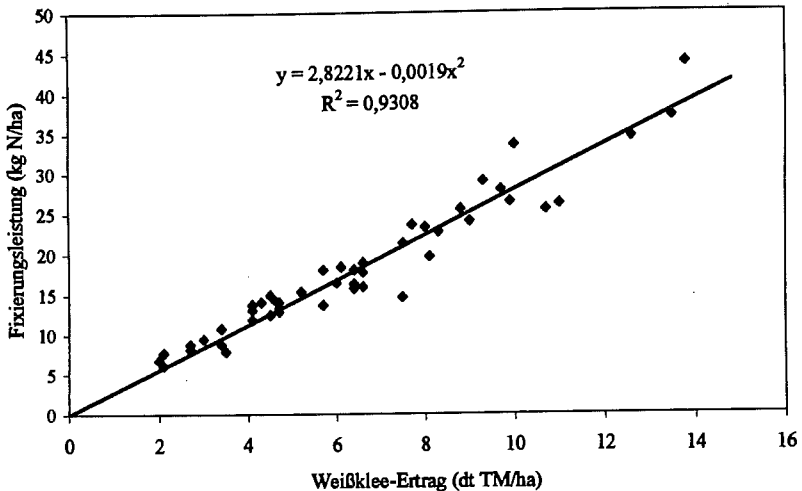


Abbildung 1: N<sub>2</sub>-Bindeleistung (<sup>15</sup>N-Isotopenverdünnungsmethode) von Weißklee in Abhängigkeit vom Trockenmasse-Ertrag des Klees (einzelne Aufwüchse)

#### 3.2 N<sub>2</sub>-Bindung in Abhängigkeit von der N-Rücklieferung

Abbildung 2 gibt die gemessenen Jahresmittelwerte der N<sub>2</sub>-Fixierungsleistung der einzelnen Versuchsvarianten quantitativ und prozentual wieder. Die flächenbezogene

Tabelle 2: Kleeanteil (% und dt TM/ha) und Gesamt-TM (dt TM/ha) der Versuchsvarianten

Variante	KK	KK+H	K	K+H
Klee (% TM)	33	29	23	21
Klee (dt TM/ha)	33	30	21	19
Gesamt-TM (dt TM/ha)	100	110	91	96

Fixierungsleistung verändert sich entsprechend der Kleeanteile (Tab. 2); die Varianten mit höheren Anteilen fixieren größere N-Mengen, sind jedoch in der prozentualen Fixierungsleistung den Varianten mit geringeren Kleeanteilen etwas unterlegen. Eine zusätzlich Harn-Gabe führt bei jeweils vergleichbaren

Kleeanteilen in jedem Fall zu einer verminderten Fixierungsleistung einerseits, aber andererseits zu jeweils höheren Gesamt-TM-Erträgen (Tab. 2). Offensichtlich reduziert das Vorhandensein von ausreichend verfügbarem Stickstoff im Boden den Bedarf nach symbiotisch fixiertem Stickstoff. Nach PARSONS ET AL. (1993) ist der Stickstoffbedarf der Pflanze (N-feedback) bei der Regulierung der Nitrogenase-Aktivität entscheidend..

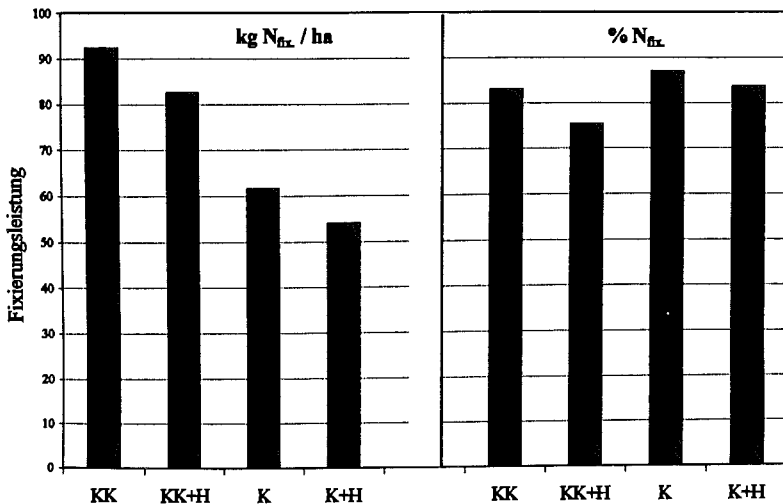


Abbildung 2:  $N_2$ -Bindeleistung ( $^{15}N$ -Isotopenverdünnungsmethode) von Weißklee in Abhängigkeit von der N-Rücklieferung bei unterschiedlichen Kleeanteilen

### 3.3 $N_2$ -Bindung in Abhängigkeit von der Meßmethodik

Insbesondere in einem Vielartengemenge mit bis zu 40 Pflanzenarten gestaltet sich die Messung der symbiotischen  $N_2$ -Bindung äußerst schwierig und aufwendig. Abbildung 3 zeigt den Einfluß der Meßmethodik auf die  $N_2$ -Bindeleistung des Weidebestandes. Die mit Hilfe der Differenzmethode ermittelten Fixierungsleistungen lagen entsprechend anderer Befunde (NEUENDORFF 1996, WEISSBACH 1995) über denen der  $^{15}N$ -Isotopenverdünnungsmethode. Bezogen auf den Jahresertrag ergab sich hier eine um etwa 18 % höhere Einschätzung des Bindevermögens.

Zur Berechnung der Fixierungsleistung nach der Verdünnungsmethode wurde im ersten Fall der  $^{15}N$ -Gehalt des Grases aus dem Referenzbestand ohne Klee und im zweiten Fall der  $^{15}N$ -Gehalt des Grases aus der Mischung mit Klee herangezogen. Hinsichtlich des  $N_2$ -Bindevermögens sind die Unterschiede zwar minimal, auffällig sind jedoch die wider Erwarten höheren Werte bei der Berechnung mit Mischungsgras als Referenz. Deshalb ergeben sich in diesem Fall gleichzeitig negative Werte bei der Berechnung des Transfer-N. HEUWINKEL & GUTSER (1997) kamen in Klee-Luzerne-Gras Beständen zu vergleichbaren Ergebnissen. Bei der Untersuchung einzelner Grasarten stellten die beiden Autoren unterschiedliche  $^{15}N$ -Gehalte derselben Art, sogar am selben Standort, fest. Demzufolge könnten in den beiden Vergleichsbeständen unterschiedliche Ertragsanteile dominanter Grasarten mit unterschiedlichem  $^{15}N$ -Aneignungsvermögen das Ergebnis beeinflusst haben.

## 4. Zusammenfassung

In einer Versuchsanlage zur Ermittlung des Beitrags der biologischen  $N_2$ -Fixierung durch Weißklee in einem langjährigen Weidebestand wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- das N<sub>2</sub>-Bindevormögen betrug in Abhängigkeit vom Kleeanteil rund 2,8 kg N/ha pro dt Trockenmasse Weißklee
- das N<sub>2</sub>-Bindevormögen wurde durch die N-Rücklieferung (als Harn) sowohl flächenbezogen als auch prozentual vermindert; die Gesamt-TM-Erträge wurden jedoch erhöht
- das N<sub>2</sub>-Bindevormögen wurde mittels der Differenzmethode im Vergleich zur <sup>15</sup>N-Isotopenverdünnungsmethode deutlich (circa 18 %) höher geschätzt.

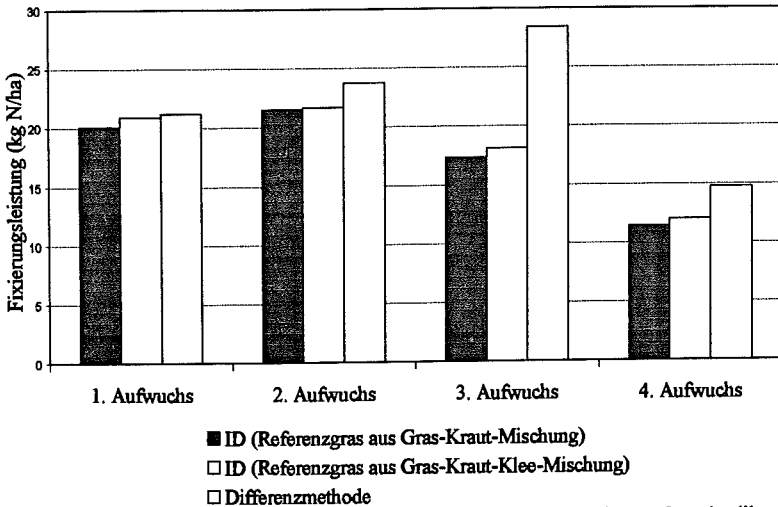


Abbildung 3: N<sub>2</sub>-Bindevormögen in Abhängigkeit von der Meßmethodik (Differenzmethode und <sup>15</sup>N-Isotopenverdünnungsmethode) – Mittelwerte über jeweils alle Varianten

#### Literatur:

- BAKER, M.J. & W.M. WILLIAMS, 1989: White Clover. CAB International, Wallingford
- DYCKMANS, A., 1986: Die Bedeutung des Weißklee (*Trifolium repens* L.) im Dauergrünland. - Sein Beitrag zur Ertragsleistung und Stickstoffversorgung bei abgestuft intensiver Nutzung. Diss. Universität Hohenheim
- Heuwinkel, H. & R. Gutscher, 1997: Kritische Bewertung der Feldmethoden zur Abschätzung von N<sub>2</sub>-Bindung und N-Flüssen in Klee-Luzerne-Gras Beständen. Mit. Ges. Pflanzenbauwiss. **10**, 65-66
- LEX, J., 1992: Beitrag des Weißklee (*Trifolium repens* L.) im Gemenge mit Gräsern zur Ertragsbildung des Pflanzenbestands und zum Futterwert der Erntemasse. Diss. TU München-Weihenstephan
- MCAULIFFE, C. D. S. CHAMBLEE, H. URIBE-ARANGO & W. W. WOODHOUSE, 1958: Influence of inorganic nitrogen on nitrogen fixation by legumes as revealed by N<sup>15</sup>. Agron. J. **50**, 334-347
- NEUENDORFF, J., 1996: Beitrag des Weißklee (*Trifolium repens* L.) zur Ertragsbildung von Grünlandnarben unter besonderer Berücksichtigung von Methoden zur Quantifizierung seiner Stickstoff-Fixierungsleistung. Diss. Universität Gießen
- PARSONS, R., A. STANFORD, A.J. RAVEN & J.I. SPRENT, 1993: Nodule growth and activity may be regulated by a feedback mechanism involving phloem nitrogen. Plant Cell an Environment **16**, 125-136
- RIEDER, J.B., 1983: Dauergrünland. Verlag BLV, München
- SCHNOTZ, G., 1995: Stickstoff-Fixierungsvermögen mehrjähriger Leguminosen des Dauergrünlandes. Diss. Universität Hohenheim
- WEISSBACH, F., 1995: Über die Schätzung des Beitrags der symbiontischen N<sub>2</sub>-Fixierung durch Weißklee zur Stickstoffbilanz von Grünlandflächen. Landbauforschung Völkenrode **45**, 67-106
- Danksagung:** Die Forschungsaktivitäten des FAM werden durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie unterstützt. Die Pacht- und Betriebskosten trägt das Bayerische Ministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst.

# **Bedeutung der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierung für die CO<sub>2</sub>-Reaktion von Wiesenpflanzen.**

## **Ergebnisse eines *Medicago sativa* L. Modellsystems.**

Lüscher A., D. Suter, U.A. Hartwig und J. Nösberger

Institut für Pflanzenwissenschaften, ETH Zürich, Universitätstr. 2, 8092 Zürich

### **Einleitung**

Als Folge der Verbrennung fossiler Energieträger und der Abholzung tropischer Regenwälder ist die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre seit der Industrialisierung von 280 ppm auf den heutigen Wert von 350 ppm angestiegen. Experten des 'Intergovernmental Panel for Climate Change' (IPCC) prognostizieren eine CO<sub>2</sub>-Konzentration von 500-600 ppm für die Mitte des nächsten Jahrhunderts. Bis heute liegen jedoch nur wenige Resultate vor, die zeigen, wie landwirtschaftlich genutzte Ökosysteme auf diese Umweltveränderung reagieren werden.

In Freilandversuchen auf nährstoffreichen Böden hat sich gezeigt, dass Leguminosen ihren Ertrag unter erhöhter atmosphärischer CO<sub>2</sub>-Konzentration deutlich stärker steigern als Gräser (HEBEISEN et al. 1997a; 1997b; LÜSCHER et al. 1996; 1998; SOUSSANA und HARTWIG 1996). Bei grösserem CO<sub>2</sub>-Angebot schien das Wachstum der Gräser durch das Stickstoffangebot limitiert zu sein (FISCHER et al. 1997, SOUSSANA et al. 1996; ZANETTI et al. 1997). Neben der Ertragssteigerung reagierten die Leguminosen mit einer deutlichen Steigerung der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierung auf einen CO<sub>2</sub>-Anstieg (ZANETTI et al. 1996; 1997). Die Eigenschaft, N<sub>2</sub> in Symbiose fixieren zu können, scheint also ein Schlüssel zu einer starken Reaktion auf eine CO<sub>2</sub>-Erhöhung zu sein. Die getesteten Gräser und Leguminosen unterscheiden sich jedoch nicht nur bezüglich der N<sub>2</sub>-Fixierung, sondern weisen eine Vielzahl von morphologischen und physiologischen Unterschieden auf, die die Ursachen der unterschiedlichen CO<sub>2</sub>-Reaktionen sein könnten (POORTER 1993; HUNT et al. 1993).

Im vorliegenden Versuch wurde die Reaktion auf eine CO<sub>2</sub>-Erhöhung von N<sub>2</sub>-fixierenden und nicht-fixierenden isogenen Linien von Luzerne (*Medicago sativa* L.) untersucht. Dies ermöglichte zum ersten Mal die grosse Bedeutung der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierung für die CO<sub>2</sub>-Reaktion von Pflanzen direkt nachzuweisen.

### **Material und Methoden**

Für den Versuch wurden N<sub>2</sub>-fixierende und nicht-fixierende isogene Linien der beiden *Medicago sativa* L. Sorten Saranac und Agate (BARNES et al. 1990) verwendet. Der Versuch wurde in der FACE-Anlage (Free Air Carbon dioxide Enrichment) in Eschikon (HEBEISEN et al. 1997a; LÜSCHER et al. 1998), 15 km nordöstlich von Zürich, durchgeführt. Die Pflanzen wuchsen in gegenseitiger Konkurrenz (Mischbestände) unter natürlicher (350 ppm) und erhöhter (600 ppm) CO<sub>2</sub>-Konzentration in je drei Wiederholungen. In jeder dieser sechs Parzellen wurden je zwei Pflanzen der beiden isogenen Linien beider Sorten in sechs unterschiedlichen Pflanzdichten in konzentrischen Kreisen (NELDER 1962) angebaut. Mit der Pflanzdichte wurde die gegenseitige Konkurrenz zwischen den isogenen Linien stark

variiert. Der vierfaktorielle Versuch enthielt 288 experimentelle Einheiten (Pflanzen) (2 CO<sub>2</sub>-Konzentrationen x 2 Sorten x 2 isogene Linien x 6 Dichten x 2 Pflanzen x 3 Wiederholungen). Die biologische N<sub>2</sub>-Fixierung wurde mit Hilfe der <sup>15</sup>N-Verdünnungsmethode gemessen (MCAULIFFE et al. 1958; ZANETTI et al. 1996).

## Resultate und Diskussion

Während die N<sub>2</sub>-fixierenden isogenen Linien ihren Trockensubstanz- und N-Ertrag unter erhöhtem CO<sub>2</sub> stark steigerten, zeigten die nicht-fixierenden Linien einen Ertragsrückgang. Die Reaktion der N<sub>2</sub>-fixierenden Linien von *Medicago sativa* war also vergleichbar mit derjenigen der *Trifolium*-Arten in früheren Versuchen (HEBEISEN et al. 1997a; 1997b; LÜSCHER et al. 1996; 1998). Demgegenüber war die Reaktion der nicht-fixierenden Linien vergleichbar mit der Reaktion von verschiedenen Grasarten, wie sie in unseren FACE-Versuchen festgestellt wurde (HEBEISEN et al. 1997a; 1997b; LÜSCHER et al. 1996; 1998). Da die getesteten isogenen Linien nur in ihrem N<sub>2</sub>-Fixierungsvermögen voneinander abweichen und sonst morphologisch und physiologisch vergleichbar sind, zeigen diese Resultate die zentrale Rolle der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierung für die potentielle Reaktion der Pflanze auf ein erhöhtes CO<sub>2</sub>-Angebot. Dieses unterschiedliche Potential lässt vermuten, dass sich die Konkurrenzverhältnisse und damit die botanische Zusammensetzung von Wiesenbeständen bei einem fortdauernden Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration in Zukunft verschieben könnten. Bei starker gegenseitiger Konkurrenz in den hohen Pflanzdichten zeigten die nicht-fixierenden Linien bei erhöhtem CO<sub>2</sub>-Angebot eine deutlich reduzierte Konkurrenzkraft. Verschiebungen in der botanischen Zusammensetzung zu Gunsten der Leguminosen wurden auch in mehrjährigen Freilandversuchen festgestellt (HEBEISEN et al. 1997a; LÜSCHER et al. 1996).

Die nicht-fixierenden isogenen Linien wiesen unter erhöhter CO<sub>2</sub>-Konzentration einen starken Rückgang der N-Konzentration im Pflanzengewebe auf. Dieser Rückgang war bei den N<sub>2</sub>-fixierenden Linien deutlich geringer. Die N<sub>2</sub>-fixierenden Linien steigerten unter erhöhtem CO<sub>2</sub>-Angebot die Leistung der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierung beträchtlich, sodass sämtlicher Mehrertrag an N aus der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierung stammte, während die Aufnahme von mineralischem N aus dem Boden unverändert blieb. Diese Resultate belegen die grosse Bedeutung der N-Versorgung der Pflanzen für deren Potential, auf eine CO<sub>2</sub>-Erhöhung zu reagieren. Eine limitierte N-Versorgung scheint das Reaktionspotential auf CO<sub>2</sub> stark einzuschränken. Dabei war jeweils die N-Konzentration im Pflanzengewebe und der N-Ernährungs-Index (LEMAIRE et al. 1989) der Pflanzen unter erhöhter CO<sub>2</sub>-Konzentration deutlich reduziert (SOUSSANA et al. 1996; ZANETTI et al. 1997). Die Pflanzen können unter erhöhtem CO<sub>2</sub>-Angebot die N-Aufnahme aus dem Boden nicht entsprechend steigern, um den erhöhten Bedarf für das Wachstum zu decken. Dies zeigt die unveränderte Aufnahme von mineralischem Stickstoff aus dem Boden in unserem Versuch und entsprechende Daten von *Trifolium repens* (ZANETTI et al. 1997). Bei einer extrem hohen mineralischen N-Düngung ist es jedoch möglich, die Limitierung des Wachstums und der Reaktion auf eine CO<sub>2</sub>-Erhöhung bei *Lolium perenne* auszuschalten (DAEPP et al. 1998). Die symbiotische N<sub>2</sub>-Fixierung ermöglicht es den Leguminosen, die N-Aufnahme aus dem unlimitierten N<sub>2</sub>-Pool der Atmosphäre zu decken. Dabei sind die Pflanzen befähigt, die Aktivität der N<sub>2</sub>-Fixierung in Abhängigkeit ihres N-Bedarfes (HARTWIG et al. 1994) und des Bedarfs des Ökosystems (HARTWIG et al. 1996) zu steuern. Dadurch ermöglicht die biologische N<sub>2</sub>-Fixierung der Leguminose direkt (ZANETTI et al. 1996) und dem ganzen Ökosystem (ZANETTI et al., 1997), auf das veränderte Verhältnis im C- und N-Angebot zu reagieren, das durch eine Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Konzentration verursacht wird. Dabei scheint

das Substrat, auf dem die Pflanzen wachsen, und die Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen eine entscheidende Rolle zu spielen. Dies zeigt sich an Hand der Beobachtung, dass die N<sub>2</sub>-Fixierung von Weisskleeepflanzen, die mit Nährlösung auf Quarzsand wuchsen, nicht auf eine CO<sub>2</sub>-Erhöhung reagierte (ZANETTI et al. 1998). Ebenfalls reagierte die Biomassenproduktion von Weisskleeepflanzen, die unter starkem P-Mangel litten, nicht auf eine CO<sub>2</sub>-Erhöhung (ALMEIDA, nicht veröffentlicht).

### Schlussfolgerungen

Auf nährstoffreichem Boden scheint das mineralische N-Angebot die Ertragssteigerung von nicht N<sub>2</sub>-fixierenden Pflanzen bei erhöhtem CO<sub>2</sub>-Angebot zu limitieren. Leguminosen können hingegen die Leistung der symbiotischen N<sub>2</sub>-Fixierung, und damit auch den Ertrag, bei erhöhtem CO<sub>2</sub>-Angebot beträchtlich steigern.

### Literatur

- BARNES, D.K., HEICHEL, G.H., VANCE, C.P., und PEADEN, R.N., 1990: Registration of 'ineffective Agate' and 'ineffective Saranac' non-N<sub>2</sub>-fixing alfalfa germplasm. *Crop Science* **30**, 752-753.
- DAEPP, M., LÜSCHER, A., und NÖSBERGER, J., 1997: Auswirkungen des CO<sub>2</sub>-Anstieges auf das Wachstum von *Lolium perenne* L. bei unterschiedlichem N-Angebot. *Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften* **10**, 141-142.
- FISCHER, B.U., FREHNER, M., HEBEISEN, T., ZANETTI, S., STADELMANN, F., LÜSCHER, A., HARTWIG, U.A., HENDREY, G.R., BLUM, H., und NÖSBERGER, J., 1997: Source-sink relations in *Lolium perenne* L. as reflected by carbohydrate concentrations in leaves and pseudo-stems during regrowth in a free air carbon dioxide enrichment (FACE) experiment. *Plant Cell and Environment* **20**, 945-952.
- HARTWIG, U.A., HEIM, I., LÜSCHER, A., und NÖSBERGER, J., 1994: The nitrogen-sink is involved in the regulation of nitrogenase activity in white clover after defoliation. *Physiologia Plantarum* **92**, 375-382.
- HARTWIG, U.A., ZANETTI, S., HEBEISEN, T., LÜSCHER, A., FREHNER, M., FISCHER, B., VAN KESSEL, C., HENDREY, G.R., BLUM, H., und NÖSBERGER, J., 1996: Symbiotic nitrogen fixation: One key to understand the response of temperate grassland ecosystems to elevated CO<sub>2</sub>? In: KÖRNER C. and BAZZAZ F. (eds) Carbon dioxide, populations, and communities. Academic Press, San Diego, CA, pp 253-264.
- HEBEISEN, T., LÜSCHER, A., ZANETTI, S., FISCHER, B., HARTWIG, U.A., FREHNER, M., HENDREY, G.R., BLUM, H., und NÖSBERGER, J., 1997a: Growth response of *Trifolium repens* L. and *Lolium perenne* L. as monocultures and bi-species mixture to free air CO<sub>2</sub> enrichment and management. *Global Change Biology* **3**, 149-160.
- HEBEISEN, T., LÜSCHER, A., und NÖSBERGER, J., 1997b: Effect of elevated atmospheric CO<sub>2</sub> and nitrogen fertilisation on yield of *Trifolium repens* and *Lolium perenne*. *Acta Oecologica* **18**, 277-284.
- HUNT, R., HAND, D.W., HANNAH, M.A., und NEAL, A.M., 1993: Further responses to CO<sub>2</sub> enrichment in British herbaceous species. *Functional Ecology* **7**, 661-668.
- LEMAIRE, G., GASTAL, F., und SCALETTE, J., 1989: Analysis of the effect of N nutrition on dry matter yield of a sward by reference to potential yield and optimum N content. In: JARRIGE R. (ed) Proceedings of XVI International Grassland Congress, AFPP, Nice, France, pp 179-180.
- LÜSCHER, A., HEBEISEN, T., ZANETTI, S., HARTWIG, U.A., BLUM, H., HENDREY, G.R., und NÖSBERGER, J., 1996: Differences between legumes and nonlegumes of permanent grassland in their responses to free-air carbon dioxide enrichment: Its effect on

- competition in a multispecies mixture. In: KÖRNER C. and BAZZAZ F. (eds) Carbon dioxide, populations, and communities. Academic Press, San Diego, CA, pp 287-299.
- LÜSCHER, A., HENDREY, G.R., und NÖSBERGER, J., 1998: Long-term responsiveness to free air CO<sub>2</sub> enrichment of functional types, species and genotypes of plants from fertile permanent grassland. *Oecologia* 113, 37-45.
- NELDER, J.A., 1962: New kinds of systematic designs for spacing experiments. *Biometrics* 18, 283-307.
- MCAULIFFE, C., CHAMBLEE, D.S., URIBE-ARANGO, H., und WOODHOUSE, W.W. Jr., 1958: Influence of inorganic nitrogen on nitrogen fixation by legumes as revealed by <sup>15</sup>N. *Agronomy Journal* 50, 334-337.
- POORTER, H., 1993: Interspecific variation in the growth response of plants to an elevated ambient CO<sub>2</sub> concentration. *Vegetatio* 104/105, 77-97.
- SOUSSANA, J.F., CASELLA, E., und LOISEAU, P., 1996: Long-term effects of CO<sub>2</sub> enrichment and temperature increase on the nitrogen nutrition and the root fraction of a temperate grass sward. II. Plant nitrogen budgets and root fraction. *Plant and Soil* 182, 101-114.
- SOUSSANA, J.F., und HARTWIG, U.A., 1996: The effects of elevated CO<sub>2</sub> on symbiotic N<sub>2</sub> fixation: a link between the carbon and nitrogen cycles. *Plant and Soil* 187, 229-248.
- ZANETTI, S., HARTWIG, U.A., LÜSCHER, A., HEBEISEN, T., FREHNER, M., FISCHER, B.U., HENDREY, R.G., BLUM, H., und NÖSBERGER, J., 1996: Stimulation of symbiotic N<sub>2</sub> fixation in *Trifolium repens* L. under elevated atmospheric pCO<sub>2</sub> in a grassland ecosystem. *Plant Physiology* 112, 575-583.
- ZANETTI, S., HARTWIG, U.A., und NÖSBERGER, J., 1998: Elevated atmospheric CO<sub>2</sub> does not affect *per se* the preference for symbiotic nitrogen as opposed to mineral nitrogen in *Trifolium repens* L. *Plant, Cell and Environment* 21, in press.
- ZANETTI, S., HARTWIG, U.A., VAN KESSEL, C., LÜSCHER, A., HEBEISEN, T., FISCHER, B.U., HENDREY, G.R., BLUM, H., und NÖSBERGER, J., 1997: Does nitrogen nutrition restrict the CO<sub>2</sub> response of fertile grassland lacking legumes? *Oecologia* 112, 17-25.



# **Einfluß der Stickstoffdüngungsintensität auf die Wurzelmasseentwicklung von Dauergrünlandbeständen im Württembergischen Allgäu**

von

Andreas Kretzschmar  
Helmut Jacob

**Institut für Pflanzenbau und Grünland - Fachgebiet Grünlandlehre -  
der Universität Hohenheim**

## **1. Einleitung**

Im Rahmen der an der Universität Hohenheim von der DFG eingerichteten Forschergruppe „Messung, Modellierung und Minderung klimarelevanter Gase aus der Landwirtschaft“ wird im Teilprojekt 3 der Akkumulation von Kohlenstoff bei intensiv genutztem Grünland und deren Beziehung zur Düngungsintensität, insbesondere der Stickstoffdüngung nachgegangen. Nicht der einzige, wohl aber zentraler Untersuchungsgegenstand sind dabei die Wurzelmassenentwicklung, sowie die C-Gehalte der Wurzeln.

Pflanzenwurzeln sind in verschiedenerlei Hinsicht Leistungsträger der Bildung organischer Substanz in Böden: Wurzelbürtige Stoffe, abgestorbene Wurzeln und deren Zersetzungsprodukte, sowie Wurzelbruchstücke sind wesentliche C-Quellen für das Bodenleben und die organische Substanz (MENGEL, 1991). Umgekehrt können diese C-Quellen durch starke Aktivierung der bodenbürtigen Mikroorganismen (Nährstoffkreislauf), bei gleichzeitigem Entzug durch Beerntung, trotz hoher Produktivität der Pflanzenbestände zu verstärktem Abbau organischer Substanz beitragen.

## **2. Material und Methoden**

### **2.1 Standort**

Lage:	Schwäbisches Allgäu
Klima:	Temperatur Ø 6,9°C / Jahr Niederschlag Ø 1400 mm / Jahr
Höhenlage:	686 m. ü. NN
Grundwasser:	120 cm u. Fl.
Boden:	Typisches Kolluvium über Pseudogley-Braunerde
Humusform:	Mull
Pflanzenbestand:	<i>Lolium-cynosuretum</i>
Versuchsanlage:	3 Großparzellen ( je 0,6 ha) ohne Wiederholung
Nutzung:	4 Schnittnutzungen / Jahr
Düngung:	Gülle
Varianten:	N0 ohne Düngung N1 60 % von N2 290 kg N/ha x a N2 betriebsüblich 480 kg N/ha x a

## 2.2 Probenentnahmen

Entnahme von Wurzelproben zur Bestimmung des C-Gehaltes der Wurzelmasse mittels HUMAX-Bohrer ( $\varnothing$  5 cm)

Probenahmetiefe : 0-10, 10-20, 20-30 cm

Probenahmeterminen: während der Vegetationsperiode, jeweils unmittelbar nach einer Nutzung, sowie zu Vegetationsbeginn und -ende

Wiederholungen :1996: 6 Mischproben aus 6 Einstichen  
(innerhalb Großparzellen):1997: 8 Mischproben aus 8 Einstichen

## 2.3 Analysen

Bestimmung der Wurzelrockenmasse jeweils nach Auswaschung (SMUCKER et al., 1982) Bestimmung des Restverschmutzungsgrades über den säureunlöslichen Glührückstand nach SCHNEIDER (1967).

Bestimmung von C in Wurzelsubstanz mit STRÖHLEIN-Schnellanalysator

## 3. Ergebnisse

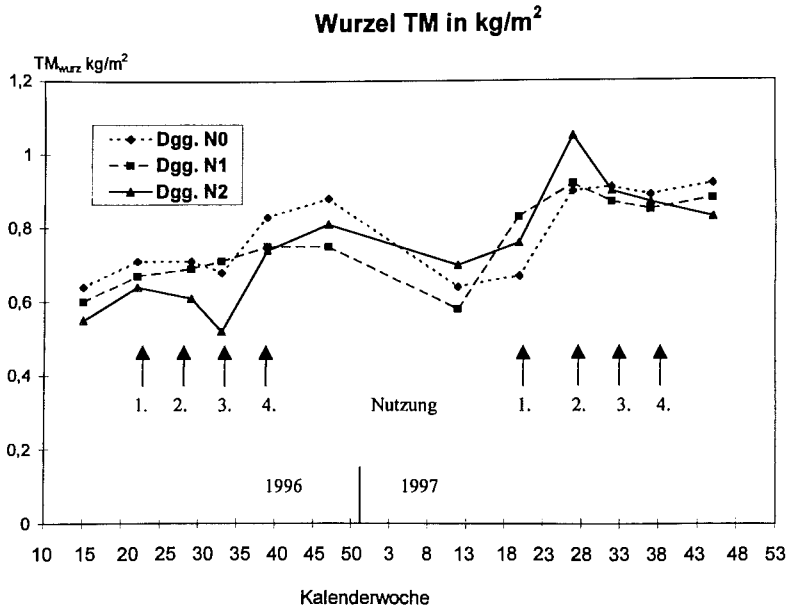


Abb. 1: Dynamik der Wurzel-TM 1996/97 (0-30 cm)

Mit Abb.1 sind die quantitativen Veränderungen an der Wurzelrockenmasse ( $TM_{\text{wurz}}$ ) im Verlauf der Beobachtungszeit dargestellt. Es deutet sich demnach ein relativ ausgeglichener Verlauf an. Einschränkend ist dazu allerdings darauf zu verweisen, daß die Dichte der Probenahmeterminale nicht sehr eng ist. Inwieweit das der Realität entspricht steht dahin. Im Hinblick auf den hohen Arbeitsaufwand insbesondere für die Aufbereitung des gewonnenen Wurzelmaterials, mußte auf eine (wünschenswerte) höhere Dichte der Probenahmeterminale verzichtet werden. Nicht erfasste Abweichungen vom aufgezeigten Entwicklungsgang sind nicht auszuschließen.

Abgesehen von einer (noch) nicht erklärbaren Minderung der  $TM_{\text{wurz}}$  - Menge zum Zeitpunkt der dritten Nutzung des ersten Beobachtungsjahres 1996 (33. Kalenderwoche = Mitte August) und einer geringfügigen Minderung im entsprechenden Zeitraum 1997, nimmt die  $TM_{\text{wurz}}$  im Laufe der Vegetationszeit quantitativ zu, während der Winterperiode aber offenbar wieder ab. Jedenfalls ist nach der Winterruhe, beim ersten Termin 1997 (12. Kalenderwoche = Mitte März) das niedrigere Ausgangsniveau vom Vegetationsbeginn 1996 (15. Kalenderwoche = Mitte April) wieder erreicht. Im zweiten Beobachtungsjahr (1997) wird eine deutlich verstärkte Frühjahresentwicklung zum Zeitpunkt der zweiten (27. Kalenderwoche = Anfang Juli) und dritten (33. Kalenderwoche = Mitte August) Nutzung erkennbar. Bereits in der 27. KW (= 2. Nutzung, 1997) war der Jahreshöchstwert (1,1 kg  $TM/ha$ ) erreicht. Insgesamt bewegt sich die  $TM_{\text{wurz}}$  - Menge zwischen 0,5 und 1,1 kg/ha. Die höchsten Wurzelmenge treten während der Vegetationszeit in aller Regel bei  $N_0$  auf (Ausnahme Frühjahresentwicklung 1997), die niedrigsten zumindest 1996 in der Regel bei  $N_2$ . Allerdings nimmt sie bei  $N_2$  ab der 38. KW (= September, 1996) zu. Der Vorgang setzt sich bis zur 27. KW (= Anfang Juli) des zweiten Beobachtungsjahres fort.

Die Ursache des beobachteten Phänomens dürfte in der Entwicklung der oberirdischen Biomasse (Tab. 1) zu suchen sein.

Tab. 1:  $TM$ -Erträge oberirdischer Pflanzensubstanz 1996/97

<b>TM dt/ha 1996</b>	<b>N0</b>	<b>N1</b>	<b>N2</b>
1. Aufwuchs	30,8	36,8	42,6
2. Aufwuchs	21,4	25,7	27,5
3. Aufwuchs	15,6	15,6	15,5
4. Aufwuchs	7,9	19,0	17,7
<b>Summe</b>	<b>75,7</b>	<b>97,1</b>	<b>103,3</b>
<b>TM dt/ha 1997</b>			
1. Aufwuchs	15,0	30,7	28,2
2. Aufwuchs	21,6	27,7	21,8
3. Aufwuchs	13,9	17,8	17,1
4. Aufwuchs	11,1	14,5	13,9
<b>Summe</b>	<b>61,6</b>	<b>90,7</b>	<b>81</b>

Die Biomasseerträge sind im zweiten Beobachtungsjahr vor allem beim ersten und zweiten Aufwuchs bei N0 und N2 (witterungsbedingt) deutlich niedriger, was die Wurzelmassebildung (bzw. -erhaltung) begünstigt haben dürfte. In Variante N2 steht einer Minderung der oberirdischen Biomasse (Jahresertrag) gegenüber dem Vorjahr von 21 % eine Zunahme der  $TM_{\text{Wurz}}$  um 29 % gegenüber, in Variante N1 7 % Minderertrag oberirdischer Biomasse 18 % Zunahme an  $TM_{\text{Wurz}}$ . Allerdings steht in Variante N0 ein Minderertrag oberirdischer Biomasse von 18 % ein Ertrag der Wurzelmasse von nur 13 % gegenüber.

#### 4. Literatur

- MENGEL, K. (1991): Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze; 7. Auflage, 466 S., Gustav Fischer Verlag Jena
- SCHNEIDER, E. (1967): Handbuch der Lebensmittelchemie II/2, S. 50 und 55, Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- SMUCKER, A. J. M., S. L. MCBURNEY und A.K. SRIVASTAVA (1982): Quantitative Separation of Roots from Compacted Soil Profiles by the Hydropneumatic Elutriation System. *Agronomy Journal*, Vol. 74, 500-503.

# Entwicklung des Bestandes bei Koppel- und Standweide mit Rindernutzung

von

František Hrabě, Stanislav Hejduk

Mendel-Universität für Land- und Forstwirtschaft in Brno,  
Institut für Futterbau der AF

## 1 Einleitung

Nach dem in den Jahren 1990 bis 1995 erfolgten markanten Rückgang der Rinderbestände in der Tschechischen Republik von 3,48 Mio. bis auf 1,87 Mio. Stück ist auch die Anbaufläche der mehrjährigen und vor allem der einjährigen Futterpflanzen, insbesondere des Silomaises um entsprechend 8,1 % und 31,2 % zurückgegangen. Demzufolge verringerte sich auch in diesem Zeitraum die Erntemenge (TS) der mehrjährigen Futterpflanzen auf 77,5 % und bei der einjährigen Futterpflanzen bis auf 65,3 % des Ausgangsstandes (1990). Bei den Dauergrasbeständen wuchs die Fläche um 8,3 % auf 902 Tsd. ha bei der unveränderten Menge der Heuproduktion (JAMBOR und HRABE, 1997). Die extensive Grünlandnutzung ist mit der Anwendung der Standweide mit Fleischrindrassen und mit Milchkuhhaltung ohne Marktmilchproduktion verbunden. Die wechselnde Bestandesnutzung erlaubt die Erhaltung der Artenvielfalt bei einem ausgleichenden Angebot an Qualitätsfutter während der ganzen Weideperiode und eine geringe Belastung der Weideflächen durch Rinder ( $1,0-1,4 \text{ GV}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) (HOCHBERG 1997). Auf die Möglichkeit der Bestandspflege durch Nutzung der spezifischen Unterschiede zwischen den Rinderfleischerassen - z. B. höherer Verdrängungsgrad der Art *Rumex* durch die Rasse Galloway im Vergleich zu der Rasse Herford - macht KLIMES et. al. (1997) aufmerksam. Auch OPITZ VON BOBERFELD (1997) weist auf die Notwendigkeit der Lösung der spezifischen Fragen bezüglich der ökologischen Bedingungen und Zweckmäßigkeit der Grasarten bei der Winteraußenhaltung hin.

In diesem Beitrag sind erste Informationen bezüglich der Auswirkung der Rotationsweide (Koppelweide) und der modifizierten Standweide (Kontinualweide) in Interaktion mit der Mineraldüngungsgabe (NPK) auf die Bestandscharakteristika der Dauer- und Neusaatkleegrasgemeinschaften angeführt.

## 2 Methoden

Die Untersuchung wird als ein Kleinparzellenversuch in Blockanordnung mit vier Wiederholungen durchgeführt, siehe Tabelle 1. Der Versuchsort, Vúchš s.r.o. Rapotín liegt 390 m über NN, der durchschnittliche Jahresniederschlag beträgt 705 mm und die durchschnittliche Jahrestemperatur liegt bei  $7,1^{\circ}\text{C}$ . Der Bodentyp ist ein Kombiboden und Sandlehm.

Tabelle 1: Raumanordnung des Versuches (Versuchsvarianten)

Faktor	Variante
1. Bestand <sup>x</sup>	A - Dauerweidebestand (angelegt 1986) B - Neusaatbestand (angelegt 1995 - Zusammensetzung siehe Bemerkung)
2. Weidegang <sup>xx</sup>	1 - Koppelweide 2 - Standweide
3. Düngung	H <sub>0</sub> - ohne Düngung H <sub>1</sub> - 90 kg N (30 kg·Schnitt <sup>-1</sup> ) + 30 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> + 90 kg K <sub>2</sub> O·ha <sup>-1</sup>

Bemerkung:

- x - Aussaatmenge bei Neusaat: *Trifolium repens* L. - 4 kg·ha<sup>-1</sup>, *Trifolium pratense* L. - 2 kg·ha<sup>-1</sup>, *Poa pratensis* L. - 4 kg·ha<sup>-1</sup>, *Festulolium*, cv. Felina - 6 kg·ha<sup>-1</sup>, *Lolium perenne* L. - 6 kg·ha<sup>-1</sup>, *Phleum pratense* L. - 3 kg·ha<sup>-1</sup>. Die Gesamtaussaatmenge beträgt 25 kg·ha<sup>-1</sup>.
- xx - Weidenutzung seit 1996. Die Bewertung der Bestandescharakteristika wurde im ersten Weidezyklus durchgeführt; die Ernte aus diesen Beständen wird durch Mahd (Konservierung) genutzt.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Unterschiede bei der Zusammensetzung der Bestandteile der Weidetypen:

- Der Unterschied bei der Entwicklung der Vertreter der Gräser - Kleearten - Kräuter zwischen Dauerweide (DW) und Neusaatweide (NSW) nach drei Jahren besteht in
  - einem niedrigerem Gräseranteil in der Erntemasse auf der DW bei Koppelweidenutzung;
  - einem niedrigerem Besatz der Leguminosen bei NSW bei der Variante ohne N+PK-Düngung;
  - einem höherem Kräuteranteil auf der DW.
- Eine Standweide (ständiger Weidegang) im Vergleich zur traditionellen Koppelweide
  - vermindert den Gräseranteil um 9,1-18,4 % auf der DW bei der Variante ohne N+PK-Düngung;
  - hebt den Leguminosenanteil um 11,4-12,6 % bei den Flächen ohne N+PK-Düngung an;
  - erhöht teilweise den Kräuteranteil um 3-5 % in der Erntemasse der DW.
- Fehlende N+PK-Düngung im Vergleich zur Variante mit 90 kg N·ha<sup>-1</sup> + PK
  - vermindert den Gräseranteil bei beiden Bestandestypen um 8,4-7,2 % (Koppelweide) und fast um 14,7-18,0 % (Standweide);
  - verringert erheblich den Anteil der ausläufertreibenden Gräser auf der Standweide;
  - erhöht deutlich den Leguminosenanteil auf der Koppelweide auf das Niveau von 47,4-55,4 %, d.h. absolut um 3,0-12,6 % und auf der Standweide bis auf 58,8-68,8 %, d.h. um 15,4-23,2 %.

### 3.2 Unterschiede bei der Vertretung der dominanten Grasarten

#### *Lolium perenne* L.

- abnehmender Anteil mit steigender Anzahl der Nutzungsjahre auf DW und NSW
- geringerer Unterschiede in der Vertretung bei DW und NSW
- höherer Anteil bei Varianten mit N+PK-Düngung
- bedeutungsloser Unterschied durch Wirkung der verschiedenen Weidegänge

#### *Poa pratensis* L., *Poa trivialis* L.

- steigende Anteile mit der Anzahl der Nutzungsjahren bei beiden Bestandstypen
- unwesentlich höherer Anteil auf der DW
- höherer Anteil im Bestand bei N+PK-Düngung
- höherer Anteil im Bestand auf der Standweide in Interaktion mit N+PK-Düngung

#### *Elymus repens* L.

- wesentliche Zunahme des Anteiles im ersten Nutzungsjahr bei der NSW nach der Durchführung der radikalen Erneuerung und bei der DW auch nach der Anwendung von  $90 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  und wesentlicher Rückgang seiner Vertretung ab dem dritten Nutzungsjahr
- höherer Anteil in der Erntemasse bei der Variante mit N+PK-Düngung
- höherer Verdrängungsgrad bei der Standweide

#### *Taraxacum officinale* L.

- höherer Anteil auf der DW
- indifferentes Verhältnis zum Düngungsniveau
- indifferentes Verhältnis zu der Weidenutzung (Koppel- und Standweide)

### 4 Zusammenfassung

Bei einer extensiven Rinderweidenutzung durch die Standweide ohne N+PK-Düngung kommt es zu einer erheblichen Erhöhung des Leguminosenanteils in den Beständen. Durch die N-Zufuhr aus der Symbiose mit den Knöllchenbakterien wird eine angemessene Produktion, eine gute Eingliederung der Bestände und eine positive Artenzusammensetzung erreicht. Ein hoher Kleeanteil im Bestand kann jedoch eine negative Auswirkung auf den Gesundheitszustand und Reproduktion der Tiere haben (z. B. aufgrund des hohen Gehaltes an HCN-Verbindungen). Zur Optimierung des Anteilverhältnisses der Gräser, Kleearten und Kräuter kann das System der abwechselnden Weidenutzung (Mähweide) beitragen, d.h. durch Ernte des ersten Schnittes in der Heuerntereife und durch Konservierung der Grünmasse.

### 5 Literatur

- HOCHBERG, H., 1996: Restruktualisierung der Landwirtschaft und Extensivierung der Wiesen- und Weidenflächen auf den marginalen Standorten in den neuen Bundesländern - Probleme, Folgen, Ergebnisse. Sammlung der Referate „Produktion und ökologische Bedeutung der Dauergrasbestände.“ Rapotín, 17.4, 29-43.

- KLIMES, F., P. HANAK, J. FRELICH und K. MARSALEK, 1997: Homogenisierung der produktiven und außerproduktiven Funktionen der Grasbestände in den marginalen Gebieten. Sammlung der Referate: „Nachdenken über die Pflanzenproduktion.“ Praha, ÈZU, 144-147.
- JAMBOR, V. und F. HRABE, 1997: A state of the art raport about silage making in the Czech Republik, Sb. ref.: „8<sup>th</sup> International Symposium Forage Conservation“ Brno, 1-6, ISBN 80-901598-6-9.
- OPITZ VON BOBERFELD, W., 1997: Winteraußenhaltung von Mutterkühen in Abhängigkeit von Standort unter pflanzenbaulichen Aspekt. Ber. Ldw. 75, 604-618.



# **N<sub>min</sub> - Vorräte unter tiefgründigem Niedermoorgrünland in Abhängigkeit von Moorkultur, Bewirtschaftung und Düngung**

von

Eich, Susanne und Bockholt, Renate

Institut für umweltgerechten Pflanzenbau,  
Fachgebiet Grünland und Futterbau der Universität Rostock

## **1. Einleitung**

Im Raum Mecklenburg/Vorpommern befinden sich > 60 % der Grünlandflächen auf Niedermoor. In einem Parzellenversuch wurden nicht nur die Auswirkungen halbintensiver und extensiver Bewirtschaftungsvarianten von Niedermoorgrünland auf Bestandsentwicklung, Futterqualität und Ertrag geprüft, sondern dementsprechend auch die N<sub>min</sub> - Vorräte im Boden. Es handelt sich zunächst um einjährige Ergebnisse.

## **2. Material und Methodik**

Der Versuch wurde im Jahr 1994 als dreifaktorielle Spaltanlage (Tabelle 2) mit 4 Wiederholungen und einer Parzellengröße von 24 m<sup>2</sup> auf einem tiefgründigen Niedermoor der Torfart Riedtorf und des Bodentyps Mulm angelegt (Tabelle 1). Die Teilfläche ist durch fortgeschrittene Degradierung gekennzeichnet. Nach 2 Jahren Laufzeit des Versuchs erfolgte die Entnahme der Bodenproben zur Ermittlung des N<sub>min</sub> - Vorrats von Oktober 1996 bis Oktober 1997 monatlich in den Tiefen 0 - 30 cm und 30 - 60 cm bei einer Grundwasserganglinie (Abbildung 1) von 0 - 90 cm unter Flur.

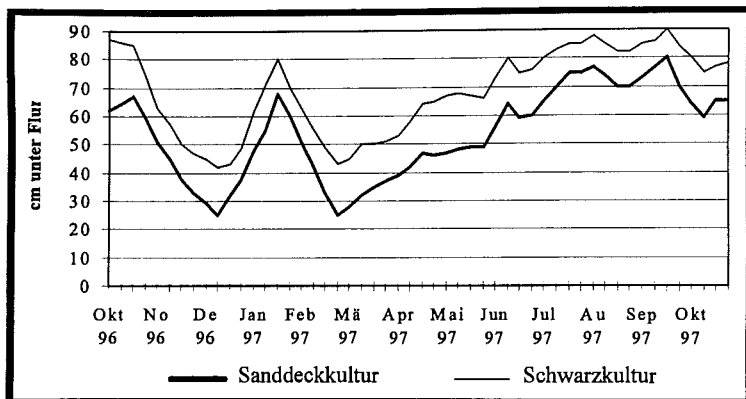
Die Untersuchung des Bodens auf Gehalte an NO<sub>3</sub> - N und NH<sub>4</sub> - N erfolgte nach einer Bodenschüttelung mit CaCl<sub>2</sub> photometrisch am EPOS, der N<sub>min</sub> Gehalt wurde über die Trockenrohdichten und Schichtstärken berechnet (VDLUFA, 1991).

**Tabelle 1: Bodenkennwerte und Bodennährstoffgehalte im Jahr 1993, vor dem Beginn des Versuchs**

Parameter	Schwarzkultur		Sanddeckkultur	
	0 - 30 cm	30 - 60 cm	0 - 30 cm	30 - 60 cm
Organische Masse	29,2 %	81,9 %	19,8 %	82,3 %
Trockenrohdichte	0,588 g/ cm <sup>3</sup>	0,297 g/ cm <sup>3</sup>	0,835 g/ cm <sup>3</sup>	0,265 g/ cm <sup>3</sup>
pH - Wert (CaCl <sub>2</sub> )	5,7	4,6	6,9	4,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - Gehalt in LTM	1 mg/ 100 g	1 mg/ 100 g	5 mg/ 100 g	1 mg/ 100 g
K <sub>2</sub> O - Gehalt in LTM	6 mg/ 100 g	5 mg/ 100 g	3 mg/ 100 g	6 mg/ 100 g
Mg - Gehalt in LTM	25 mg/ 100 g	28 mg/ 100 g	30 mg/ 100 g	26 mg/ 100 g
C - Gehalt	34,6 %		7,9 %	
N - Gehalt	2,9 %		0,7 %	
S - Gehalt	0,6 %		0,1 %	
C/N - Verhältnis	12,0		12,1	
N - Zahl n. Ellenberg	5,9		6,3	

**Tabelle 2: Prüffaktoren der Versuchsanlage**

<b>Faktor A</b>	<b>Moorkultur</b> 1. Niedermoor - Sanddeckkultur 2. Niedermoor - Schwarzkultur
<b>Faktor B</b>	<b>Nutzung</b> 1. Zweischrittnutzung 2. 4malige Weidenutzung mit Schafen
<b>Faktor C</b>	<b>Düngung</b> 1. ohne Düngung 2. reduzierte ökologische PK - Düngung mit Kalisulfat (Thomassulfatkali) 3. reduzierte NPK - Düngung mit Kalichlorid (Triplesuperphosphat, 60er Kali, KAS in 2 Gaben)  Düngungsniveau: 30 kg P, 90 kg K, 120 kg N



**Abbildung 1: Grundwasserganglinie während des Beprobungszeitraumes**

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 3 und Tabelle 4 zeigen eine Übersicht über die bisherigen Ergebnisse. Die Relationen widersprechen denen der Stickstoff- bzw. Nährzahl nach ELLENBERG (1991) und den Ertragsrelationen, stimmen dagegen mit den Relationen des Rohproteingehaltes im Futter sehr gut überein (EICH u. BOCKHOLT, 1998). Zwischen Sanddeck- und Schwarzkultur bestehen bei Mittelwerten von 161 kg/ha bzw. 316 kg/ha signifikante Differenzen hinsichtlich der Größenordnung des pflanzenverfügbaren, auswaschbaren mineralischen Stickstoffs zugunsten der Schwarzkultur.

**Tabelle 3: Signifikanz und Mittelwerte von N<sub>min</sub>**  
(Okt '96 - Okt '97; Varianzanalyse und Student - Newman - Keuls Test)

kg/ha	N <sub>min</sub>		
	0-30 cm	30-60 cm	0-60 cm
<b>A: Moorkultur</b>	+++	+++	+++
Sanddeckkultur	113,1	48,0	161,1
Schwarzkultur	209,8	106,3	316,0
<b>B: Nutzung</b>	+	n.s.	+
Zweischrittnutzung	145,3	71,0	216,3
Weidenutzung	177,5	83,3	260,8
<b>C: Düngung</b>	++	++	++
ohne Düngung	169,0 b	83,0 b	252,0 b
reduz. ökol. PK-Düngung	127,8 a	61,9 a	189,7 a
reduz. NPK-Düngung	187,5 b	86,5 b	273,9 b
<b>Wechselwirkungen</b>			
A x B	n.s.	n.s.	+
A x C	+	n.s.	n.s.
B x C	n.s.	+	n.s.
A x B x C	n.s.	+	+

**Tabelle 4: Signifikanz und Mittelwerte von NO<sub>3</sub> - N und NH<sub>4</sub> - N**  
(Okt '96 - Okt '97; Varianzanalyse und Student - Newman - Keuls Test)

kg/ha	NO <sub>3</sub> - N		NH <sub>4</sub> - N	
	0-30 cm	30-60 cm	0-30 cm	30-60 cm
<b>A: Moorkultur</b>	+++	+++	+++	+++
Sanddeckkultur	60,3	23,1	52,7	25,0
Schwarzkultur	104,8	48,3	105,0	58,0
<b>B: Nutzung</b>	n.s.	n.s.	+	n.s.
Zweischrittnutzung	72,4	32,3	73,0	38,7
Weidenutzung	92,8	39,0	84,8	44,3
<b>C: Düngung</b>	+++	+++	n.s.	n.s.
ohne Düngung	93,2 b	42,1 b	75,8 a	40,9 a
reduz. ökol. PK-Düngung	50,2 a	21,1 a	77,6 a	40,9 a
reduz. NPK-Düngung	104,3 b	43,9 b	83,2 a	42,6 a
<b>Wechselwirkungen</b>				
A x B	++	+	n.s.	n.s.
A x C	+	+	n.s.	n.s.
B x C	+	++	n.s.	n.s.
A x B x C	+	+	n.s.	n.s.

Bei Weidenutzung ist der Gehalt an mineralisiertem N in Folge der Nährstoffrückführung über Exkremente um 44 kg/ha leicht erhöht.

In Abhängigkeit von den Düngungsvarianten bestehen signifikante Differenzen zwischen der reinen PK- Variante einerseits und der Variante ohne Düngung (+ 62 kg/ha) bzw. der reduzierten NPK - Düngung (+ 83 kg/ha) andererseits.

Mineralische N- Düngung und nicht abgeschöpfte  $N_{\min}$  - Vorräte wirken somit auf das Ergebnis der Untersuchungen in gleicher Richtung und besonders auf den Nitrat - Anteil des mineralisierten Stickstoffs erhöhend. Beide Varianten können bei stark ansteigendem Grundwasserniveau in den Wintermonaten den N - Eintrag in die Oberflächengewässer fördern.

Die gezeigten Differenzierungen zwischen den Stufen der jeweiligen Prüffaktoren sind in beiden Bodenschichten, sowohl in 0 - 30 cm als auch 30 - 60 cm Tiefe gegeben. Die Hälfte des mineralisierten Stickstoffs liegt in tiefgründigem Niedermoor als Ammonium - Stickstoff vor.

Im bisherigen Jahresverlauf ist ein Anstieg der Werte direkt nach den Schnitterminen und während der Wintermonate zu erkennen. Um diesbezüglich sichere Aussagen machen zu können, müssen jedoch mindestens zweijährige Ergebnisse vorgelegt werden.

#### **4. Zusammenfassung**

In einem dreifaktoriellen Parzellenversuch auf tiefgründigem Niedermoorgrünland wurden die  $N_{\min}$  - Vorräte in Abhängigkeit von Moorkultur und Bewirtschaftung in den Tiefen 0-30 cm und 30-60 cm zunächst von Okt. '96 - Okt. '97 ermittelt. Bei 4maliger Beweidung waren sie aufgrund der Nährstoffrückführung über Exkremente höher als bei extensiver Wiesennutzung.

Signifikante Unterschiede gab es vor allem auch in Abhängigkeit von der Moorkultur. Durch Mineralisierung der organischen Substanz waren die Vorräte bei Schwarzkultur deutlich größer als bei Besandung.

Hinsichtlich der Düngung war vor allem die Variante reduzierte ökologische Düngung durch signifikant niedrigere Werte auffallend, während eine N - Gabe leicht erhöhend auf den  $N_{\min}$  - Gehalt wirkte. Hinsichtlich der Nitratmengen machten sich diese Differenzierungen in beiden beprobten Bodenschichten eindeutig bemerkbar.

Etwa die Hälfte des mineralisierten Stickstoffs liegt in Ammoniumform vor, wobei ausschließlich der Prüffaktor Moorkultur einen signifikanten Einfluß auf den  $NH_4$  - Gehalt ausgeübt hat.

**In diesem Zusammenhang sei der DFG für ihre Unterstützung dieses Projektes gedankt.**

#### **Literatur**

- EICH, S.; BOCKHOLT, R.: Zwischenbericht für das DFG - Projekt, 1998  
ELLENBERG, H.: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. - Scripta Geobotanica IX (1991), auch ältere Auflagen  
VDLUFÄ: Verfahren zur Bestimmung des Nitrat - Stickstoffgehalts im Boden. Methodenbuch Bd. I, Darmstadt, 1991

# Erhaltung von Welsch-Weidelgras-Wiesen

von

Willy Kessler<sup>1</sup>, Guido Federer<sup>2</sup> und Rafael Gago<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau,  
Zürich-Reckenholz  
und

<sup>2</sup>Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues, Zürich

## 1. Einleitung

Als Folge der Güllewirtschaft und häufiger Schnittnutzung ist das horstwüchsige Welsche Weidelgras (*Lolium multiflorum* Lam.), auch Italienisches Raigras genannt, in den Dauerwiesen der milden Lagen der Zentralschweiz bestandesbildend geworden. Wiesen mit einem hohen Anteil an Welschem Weidelgras sind sehr ertragreich. Ihr Pflanzenbestand ist aber labil und wird oft durch futterbaulich minderwertige Pflanzenarten verunkrautet.

Die ungenügende Ausdauer von Welschem Weidelgras wird mit der beschränkten Lebensdauer von Horstgräsern (SCHMITT 1995) und dem verhinderten Versamen bei intensiver Nutzung (BASSETTI 1989, ZIMMERMANN 1995, ZIMMERMANN UND NÖSBERGER 1996) erklärt.

Wie sind Welsch-Weidelgras-Wiesen zu nutzen und zu düngen, damit ein hoher Anteil an Welschem Weidelgras erhalten werden kann?

## 2. Material und Methoden

In einer Welsch-Weidelgras-Wiese (Tab. 1) wurden im Jahre 1993 Parzellenversuche (Tabellen 2 und 3) angelegt.

Table 1. Charakterisierung des Versuchsstandortes Hohenrain, Kanton Luzern

Standortbedingungen		Nährstoffversorgung (0-10 cm)	
- Höhe über Meer:	610 m	- pH (H <sub>2</sub> O):	6,2
- Neigung:	0 %	- P-Testzahl:	13,6 (genügend)
- Bodentyp:	Braunerde-Gley	- K-Testzahl:	1,9 (genügend)
- Bodenart:	sandiger Lehm	- Mg-Testzahl:	8,5 (genügend)
- Temperatur (Jahresmittel):	8,1 °C		
- Jahresniederschlag:	1'100 mm		
<b>Pflanzenbestand</b>	gräserreich, lückig (viel Lückenbüßer)		

In einem ersten Versuch (randomisierte Blockanlage, 4 Wiederholungen) sollte abgeklärt werden, wie sich die Nutzungshäufigkeit und das natürliche Absamen auf den Anteil an Welschem Weidelgras auswirken.

Im zweiten Versuch (gleiche Anlage) wurde der Einfluss des Nährstoffangebotes, basierend auf den Düngungsnormen (WALTHER et al. 1994), auf die Ertragsfähigkeit und die botanische Zusammensetzung des Bestandes untersucht. Erhoben wurden:

- der Trockensubstanzertrag pro Aufwuchs
- die botanische Zusammensetzung nach DAGET ET POISSONET 1969

**Tabelle 2.** Nutzungsverfahren in Versuch I (Düngung nach Norm, d.h. jährlich 110 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 325 kg/ha K<sub>2</sub>O, 40 kg/ha Mg und 50 kg/ha N zu jedem Aufwuchs)

5 Nutzungen	1 Sommeraufwuchs 6-wöchig gemäht	- Schnittgut grün entfernen
	1 Sommeraufwuchs 6-wöchig gemäht	- Bodenheubereitung
5 Nutzungen	gleichmässige Nutzungsintervalle - Übersaat* nach 1. Nutzung	
6 Nutzungen	1 Sommeraufwuchs 6-wöchig gemäht	- Schnittgut grün entfernen
		- Bodenheubereitung

\*) Standardmischung U-240 (LEHMANN et al. 1996)

**Tabelle 3.** Düngungsverfahren in Versuch II (5 Schnittnutzungen, davon 1 Sommeraufwuchs nach 6 Wochen gemäht mit Bodenheubereitung); die Basis entspricht der Düngungsnorm für intensive Wiesen unterhalb 600 m ü. M.: NPK = 50 kg/ha N pro Aufwuchs und jährlich 110 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 325 kg/ha K<sub>2</sub>O; z.B. N<sub>1/3</sub>P<sub>1/3</sub>K<sub>1/3</sub> = je 1/3 davon

Verf.- Nr.	Düngung	Verf.- Nr.	Düngung	Verf.- Nr.	Düngung	Verf.- Nr.	Düngung
1	NoPoKo	5	N <sub>1/3</sub> P <sub>1/3</sub> K <sub>1/3</sub>	9	N <sub>1/3</sub> PK	14	NP <sub>4/3</sub> K
2	NoPK	6	N <sub>2/3</sub> P <sub>2/3</sub> K <sub>2/3</sub>	10	N <sub>2/3</sub> PK	15	NPK <sub>1/3</sub>
3	NPoK	7	NPK	11	N <sub>4/3</sub> PK	16	NPK <sub>2/3</sub>
4	NPKo	8	N <sub>4/3</sub> P <sub>4/3</sub> K <sub>4/3</sub>	12	NP <sub>1/3</sub> K	17	NPK <sub>4/3</sub>
				13	NP <sub>2/3</sub> K		

Die Düngung der Parzellen (2 x 5 m) erfolgte von Hand, die Mahd mit einem Balkenmäher von 1,30 m Breite. Zur Bereitung von Bodenheu wurde das Schnittgut nach dem Wägen und der Probenahme wiederum auf der Fläche verteilt. Der Trocknungsprozess und das Absamen wurden gefördert durch mehrmaliges Wenden mit einem Bandheuer.

In zwei Düngungsverfahren (NoPoKo und NPK; Tab. 3) wurde 1996 der Anfall an keimfähigen Samen bestimmt. Unmittelbar nach der Mahd wurden runde Samenfallen (Plastik-Rohrdeckel, Fläche 42 cm<sup>2</sup>) bodeneben ausgelegt und nach dem Einbringen des getrockneten Futters wieder eingesammelt. Die darin enthaltenen Samen wurden bestimmt, gezählt und deren Keimfähigkeit geprüft (ANONYM 1996).

### 3. Ergebnisse

Im Ausgangsbestand des Jahres 1993 war das Welsche Weidelgras mit einer Häufigkeit von nur 15 bis 23 % in den Versuchspartellen anwesend (Resultate nicht dargestellt). Im lückigen Bestand am stärksten vertreten war das Gewöhnliche Rispengras (enthalten in 42-50 % 'übrige Gräser'). Die Kleearten - hauptsächlich Weissklee - machten 10-18 % und die Kräuter 11-27 % aller Arten aus. Unter den Kräutern waren der Kriechende Hahnenfuss, Wiesen-Löwenzahn und Fadenförmiger Ehrenpreis am häufigsten.

**Tabelle 4.** Versamung von Welschem Weidelgras in einer gedüngten und ungedüngten Welsch-Weidelgras-Wiese (43 bzw. 25 % Welsches Weidelgras) im 3. Aufwuchs 1996 in Hohenrain, Schnittermin 15. August

NoPoKo		NPK	
Anzahl Samen/m <sup>2</sup>	Keimfähigkeit, %	Anzahl Samen/m <sup>2</sup>	Keimfähigkeit, %
11'200** (2'566) <sup>1</sup>	73** (1,0) <sup>1</sup>	35'988 (2'240) <sup>1</sup>	80 (1,6) <sup>1</sup>

\* Unterschiede signifikant mit p < 0,01 nach Wilcoxon Rangsummen-Test ( )<sup>1</sup> Standardfehler

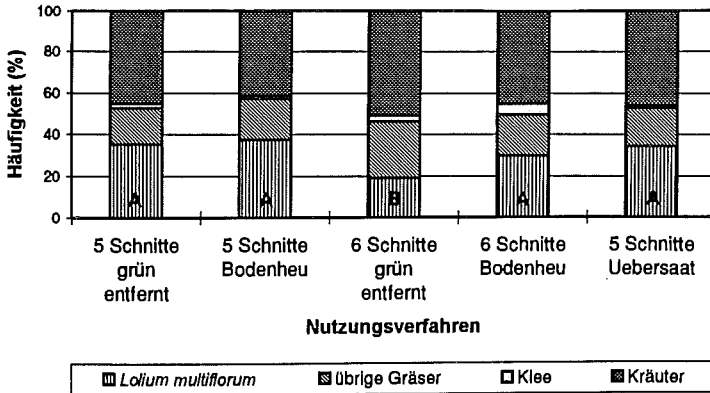


Abbildung 1. Einfluss des Schnittregimes und der Versaumungsmöglichkeit auf die botanische Zusammensetzung einer Welsch-Weidelgras-Wiese im 5. Versuchsjahr; Verfahren: 5 oder 6 Schnitte, jeweils 1 Sommeraufwuchs nach 6 Wochen mähen und das Schnittgut entweder grün entfernen oder Bodenheu bereiten bzw. anstelle eines Versaumungsaufwuchses nach der 1. Nutzung eine Uebersaat durchführen; mit ungleichen Buchstaben gekennzeichnete Verfahren unterscheiden sich signifikant ( $p < 0,05$ )

Im 6-Schnitt-Verfahren war der Anteil an Welschem Weidelgras im 5. Versuchsjahr noch gleich tief wie zu Versuchsbeginn (Abb. 1). Signifikant höher war er, wenn von einem sechswöchigen Sommeraufwuchs Bodenheu bereitet oder wenn statt 6mal nur 5mal genutzt wurde. Bei 5maliger Nutzung vermochten die Uebersaaten (jeweils nach dem ersten Aufwuchs durchgeführt) den Weidelgras-Anteil nicht zusätzlich zu steigern.

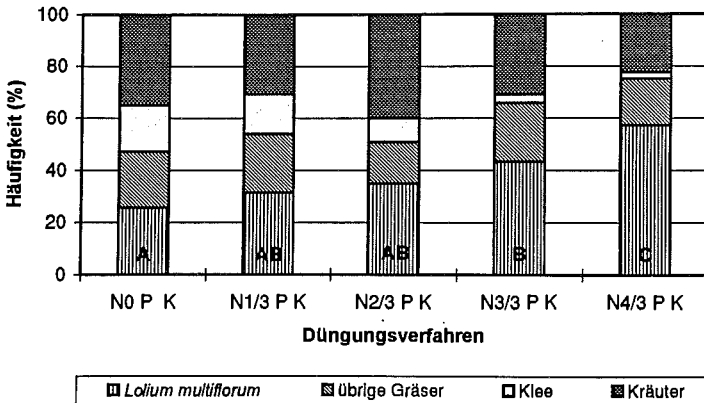


Abbildung 2. Einfluss der Stickstoffdüngung (0, 1/3, 2/3, 3/3 oder 4/3 der Norm = 50 kg/ha N pro Aufwuchs,  $P_2O_5$  und  $K_2O$  nach Norm) auf die botanische Zusammensetzung einer Welsch-Weidelgras-Wiese im 5. Versuchsjahr (jeweils 5mal genutzt, 1 Sommeraufwuchs nach 6 Wochen gemäht und Bodenheu bereitet); Verfahren mit ungleichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant ( $p < 0,05$ ).

Mit steigender NPK-Düngung nahm nicht nur der Ertrag zu (Daten nicht dargestellt), sondern auch der Anteil an Welschem Weidelgras. Diese parallelen Zunahmen beruhten hauptsächlich auf der Wirkung des Stickstoffs.

Durch die Steigerung der Stickstoffdüngung nahm der Anteil an Welschem Weidelgras von 26 % (im Verfahren NoPK) auf 57 % (im Verfahren N<sub>4</sub>/3PK) zu (Abb. 2).

Bedingt durch die höhere Welsch-Weidelgras-Dichte fielen bei der Mahd des sechswöchigen dritten Aufwuchses im gedüngten Verfahren über dreimal mehr keimfähige Samen (28'790 Samen/m<sup>2</sup>) auf den Boden als im ungedüngten (8'176 Samen/m<sup>2</sup>). Die Düngung begünstigte nicht nur die Anzahl, sondern auch die Keimfähigkeit der Samen (Tab. 4).

#### 4. Schlussfolgerungen

Die Stickstoffdüngung fördert das Welsche Weidelgras (Italienisches Raigras). Zur Erhaltung eines hohen Anteils im Bestand und zur Förderung der standortangepassten Oekotypen kann ein enormes Samenproduktionspotential genutzt werden.

Das Potential eines dichten Welsch-Weidelgras-Bestandes zur natürlichen Versamung ist enorm hoch. Selbst bei einer geringen Erfolgsquote von nur 1 Promill würden sich aus der gemessenen Anzahl keimfähiger Samen 30 neue Sämlingspflanzen/m<sup>2</sup> etablieren. Diese ersetzen abgestorbene Horste im Bestand und schliessen die Lücken.

Aufgrund der vorliegenden Resultate empfehlen wir, Welsch-Weidelgras-Wiesen 5mal zu mähen und zu jedem Aufwuchs mit 30-50 kg/ha N zu düngen. Um die natürliche Bestandenserneuerung zu sichern, sollte jedes zweite Jahr ein Aufwuchs im Sommer versamen können.

#### 5. Literaturverzeichnis

- ANONYM, 1996: Seed science and technology. International rules for seed testing. Proceedings of International Seed Testing Association, 24(supp), 155-202.
- BASSETTI, P., 1989: Einfluss der Bewirtschaftung auf die Regeneration von Italienischem Raigras (*Lolium multiflorum* Lam.). Diss. ETH Nr. 8976.
- DAGET, P. ET J. POISSONET, 1969: Etude comparée de divers méthodes d'analyse de la végétation des formations herbagères denses et permanentes, conséquences pour les applications agronomiques. Document no. 50, C.N.R.S. - C.E.P.E., Montpellier.
- LEHMANN, J., ROSENBERG, E., BASSETTI, P. UND E. MOSIMANN, 1996: Standardmischungen für den Futterbau. Revision 1996. Agrarforschung 3, 489-500.
- SCHMITT, R., 1995: Horstgräser: Lebensdauer, Ertrag, Vermehrungspotential. Agrarforschung 2, 108-111.
- WALTHER, U., H. MENZI, J.-P. RYSER, R. FLISCH, B. JEANGROS, W. KESSLER, A. MAILLARD, A. F. SIEGENTHALER UND P. A. VUILLOUD, 1994: Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau. Agrarforschung 1, Sonderbeilage, 40 S.
- ZIMMERMANN, M., 1995: Bedeutung der vegetativen und generativen Vermehrung von *Festuca pratensis* Huds. für seine langfristige Erhaltung in einer Naturwiese. Diss. ETH Nr. 11'156.
- ZIMMERMANN, M. UND J. NÖSBERGER 1996: Wiesenschwingel ist auf seine Versamung angewiesen. Agrarforschung 3, 145-148.



# **GIS-gestützte Darstellung der Vegetationsentwicklung auf Grünland**

von

Wolfgang Leipnitz, Thomas Kaiser, Horst Käding und Werner Haberstock

**Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V.,  
Müncheberg**

## **1. Einleitung**

Infolge intensiver Nutzung der Grünlandflächen in den vergangenen Jahrzehnten sind artenarme Pflanzenbestände entstanden. Die Frage, wie sich die Grünlandvegetation unter dem Einfluß extensiver Nutzungsformen entwickeln wird, ist aktuell. Parzellenversuche eignen sich für solche Beobachtungen gut. Für die Agrarlandschaftsforschung werden jedoch raumbezogene Analyse- und Bewertungsverfahren für die Beurteilung der Nutzung und Gestaltung von Landschaften benötigt. So wird der Versuch unternommen, die Pflanzenbestandsentwicklung für die knapp 90 km<sup>2</sup> große Grünlandfläche des etwa 140 km<sup>2</sup> großen Oberen Rhinluches mit modernen Methoden der EDV abzuschätzen.

## **2. Material und Methoden**

Das Obere Rhinluch ist seit Anfang 1991 ein Untersuchungsgebiet für das BMBF-Verbundvorhaben "Ökosystemmanagement für Niedermoore", in dem auch ZALF-Wissenschaftler mitarbeiten. Im Rahmen dieses Vorhabens sind zahlreiche digitale Karten für spezielle Probleme mit dem geografischen Informationssystem ARC/INFO erstellt worden. So können von uns die im Vektorformat vorliegenden Karten für die Biototypen, Moorbodensubstrattypen, Wasserregulierbarkeit, Landnutzung und das Höhenrelief verwendet werden. Dieser Vorzug war für die Wahl unseres Untersuchungsgebietes bestimmend. In Anlehnung an das niederländische LEDESS-Modell (vgl. KNOL et al. 1994; BAKKER et al. 1996) wurde ein spezieller Lösungsweg entwickelt unter Anwendung des Softwarepaketes ARC/INFO-GRID. Der Grundgedanke des Rasterdatenformates wurde beibehalten. Von den manuellen Eingaben für die wissensbasierten Tabellen wurde Abstand genommen. Ausgangsdaten stellen die ins Rasterformat transformierten Vektordaten aus den genannten digitalisierten Karten dar. Der Verzicht auf die manuelle Dateneingabe erlaubte uns, von der im LEDESS-Modell verwendeten Rastergröße von 250 x 250 m<sup>2</sup> abzuweichen. Um auch kleinere Strukturen darstellen zu können, entschieden wir uns für eine Rastergröße von 10 x 10 m<sup>2</sup> je Grid.

Für die Durchführung der Arbeiten ist eine Workstation mit dem Betriebssystem UNIX und X-Windows notwendig. An die Software wird die Anforderung gestellt, daß ARC/INFO-GRID der Version 7.04 oder höher und ein Programm für die Makro-Sprache AML für Workstation-ARC/INFO vorhanden sein müssen.

## **3. Ergebnisse**

Das Auftreten und die Verbreitung von Vegetationsformen wird in unserem Falle als eine Funktion der Wasserstufen auf dem Grünland, der Art der Nutzung der Grünlandflächen und des Moorbodensubstrattyps angesehen. Dazu mußte die noch fehlende digitalisierte Karte der Wasserstufen erstellt werden. Grundlage für die fünfstufige Klassifizierung (naß, wechsellaß, wechselfeucht, wechselfeucht, trocken) ist die Karte der Wasserregulierbarkeit. Das grobe Ergebnis sollte weiter differenziert werden. Mit Hilfe der Höhenreliefkarte ist zunächst für jeden grabenfreien Grünlandschlag die mittlere Höhe für alle in ihm

liegenden Grids berechnet worden unter besonderer Berücksichtigung der Darstellung von Extremhöhen und Extremsenken innerhalb bestimmter Intervalle. Schließlich erfolgte eine verfeinerte Differenzierung, indem die Differenz aus der Höhe über NN eines Grids mit der mittleren Höhe über NN der zugehörigen grabenfreien Fläche gebildet worden ist. Ein bestimmtes Differenzniveau beschreibt die Klassifizierung. Den Ablauf steuert ein AML-Programm. Im Ergebnis sind 45 % der Fläche wechselfeucht, 25 % wechselnaß, 15 % trocken, 10 % naß und 5 % wechsel trocken.

Mit dem Vorliegen der digitalisierten Wasserstufenkarte sind die Voraussetzungen für eine großflächige Abschätzung von Vegetationsformen erfüllt. Mit Overlay-Techniken sind die im Rasterformat vorliegenden Ausgangsdaten verschnitten worden. Den automatischen Ablauf steuern AML-Programme. Etwa 300 Vegetationsaufnahmen und Angaben aus der Literatur dienen als Stützstellen für die logische Verknüpfung der "wenn-dann-Regel". Sie stellen die fachliche Grundlage für eine Verallgemeinerung dar. Beispielsweise lautet eine solche Anweisung: Wenn Wasserstufe = naß und Moorbodensubstrattyp = Erdfen und Nutzung des Grünlandes = extensive Wiese, dann soll als Vegetationsform Rohrglanzgrasröhricht ausgewiesen sein.

In den Ergebnissen wird erwartet, daß das Rispen-Queckengrasland und das Rohrglanzgras-Queckengrasland die höchsten Flächenanteile, die Rotstraußgrasflur und die Seggen dagegen niedrige Flächenanteile aufweisen.

Die Visualisierung der Ergebnisse erfolgt mit ARCVIEW. Dieses Programmpaket ermöglicht dem Anwender nutzerfreundliche und individuell gestaltete Layouts.

#### **4. Literatur**

- KNOL, W., J. ROOS-KLEIN LANKHORST, M. KAAGMAN, J.G.M. RADEMAKERS und H.P. WOLFERT, 1994: Toekomst voor de natuur in de Gelderse Poort; Ecologische evaluatie van de Gelderse Poort in Duitsland en Nederland. Wageningen, DLO-Staring Centrum, rapport 298.4
- BAKKER, J., W.B. HARMS, W.C. KNOL, J. ROOS-KLEIN LANKHORST and P. VERWEY, 1996: GIS Application Manual : Landscape Ecological Decision and Evaluation Support System. The Winand Staring Centre, Wageningen

# **Zur Variabilität der Gäreigenschaften von Extensiv-Grünland der Region Lahn-Dill-Bergland**

von

Maik Sterzenbach

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

## **1. Einleitung**

In peripheren Regionen ist die landwirtschaftliche Nutzung überwiegend durch extensive Grünlandssysteme mit entsprechenden Formen der Rinder- und Schafhaltung gekennzeichnet. Für eine extensive Wiederkäuerhaltung sind Betriebsgebäudekosten, Arbeitsaufwendungen und Qualität der Futtermittel von entscheidender betriebswirtschaftlicher Bedeutung. Die Rentabilität von Haltungsformen geringer Produktionsintensität ist entscheidend davon abhängig, in welchem Maße es gelingt, die Produktionstechnik zu optimieren und gleichzeitig die Kosten zu minimieren. Als kostengünstig bietet sich dabei die ganzjährige Außenhaltung der Tiere an, wodurch vor allem die hohen Gebäudekosten entfallen (OPITZ v. BOBERFELD 1997). Zur Konservierung von Futterüberschüssen des Frühjahres kann der Aufwuchs zeitweilig abgeteilter Flächen geschnitten und siliert werden. Da die Winterfutterbereitung aber auch einen entscheidenden Kostenfaktor darstellt, bedeutet dies aus Sicht der Grünlandwirtschaft, Methoden kostengünstiger Erzeugung von qualitativ hochwertigem Futter zu erarbeiten. Die Konservierungseignung der Aufwüchse von Extensiv-Grünland ist jedoch mit Unsicherheiten behaftet. So weisen Silagen von extensivem Grünland trotz vergleichsweise hohem Z/Pk-Quotienten des Ausgangsmaterials erhöhte Buttersäuregehalte auf, wobei offensichtlich ein Zusammenhang mit der Höhe der Nitratkonzentration im Siliergut besteht. Ist ein Mindestprozentgehalt an Nitrat bzw. Nitrit vorhanden, so wird die Aktivität buttersäurebildender Clostridien gehemmt (SPOELSTRA 1983, KAISER UND WEISSBACH 1989a). Ist das Pflanzenmaterial weitgehend nitratfrei, dann ist mit buttersäurehaltigen Silagen mit einer größeren Wahrscheinlichkeit zu rechnen (KAISER 1994).

Zunächst sollen im Untersuchungsgebiet die oben genannten Aspekte im Ist-Zustand analysiert werden. Sind die Voraussetzungen für eine sichere Vergärung nicht erfüllt, so soll dann untersucht werden, ob die Siliersicherheit durch die Verwendung von Silierhilfsmitteln erhöht werden kann.

## **2. Material und Methoden**

In Zusammenarbeit im Sonderforschungsbereich 299 "Landnutzungskonzepte für periphere Regionen" wurden im Untersuchungsgebiet Parzellen in einem 25 • 25 m Raster benutzt. Es ergaben sich 116 Standorte im Lahn-Dill-Bergland (= Kalibrierung) und Westerwald (= Validierung) in einer geographischen Ausdehnung von 80 • 40 km. Auswahlkriterien waren vor allem variierende Standort- und Klimaeigenschaften, Landnutzung, vorherrschende Pflanzenbestände sowie Nutzungsintensitäten des Grünlandes. In

Kooperation mit anderen Teilprojekten des SFB wurden zudem vier landwirtschaftliche Betriebe in der Region intensiver bearbeitet.

Zur Bestimmung der Gäreignungskriterien wurde der Erntetermin des Primäraufwuchses zeitlich gestaffelt:

- Mitte Mai (= früher Termin)
- Mitte Juni (= ortsüblich)
- Mitte Juli (= später Termin)

An dem Frischmaterial des Frühjahrsaufwuchses wurden folgende Erhebungen gemacht:

- Aufnahme der Pflanzenbestände und Schätzung der Ertragsanteile der einzelnen Arten nach KLAPP/STÄHLIN
- Ermittlung des TS-Ertrages
- Errechnung des Z/Pk-Quotienten und Bestimmung des Nitratgehaltes

### 3. Ergebnisse

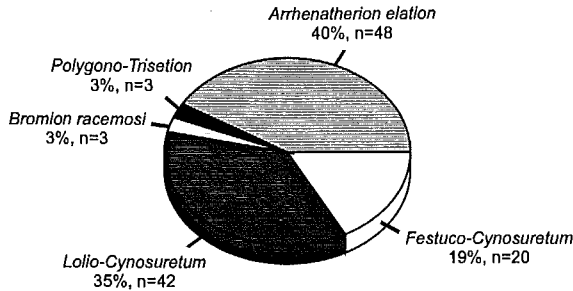


Abb. 1: Anteil verschiedener Pflanzengesellschaften des Untersuchungsgebietes

- In dem Untersuchungsgebiet sind vor allem *Arrhenathereten*, *Lolio-Cynosureten* und *Festuco-Cynosureten* vorhanden, vgl. Abb. 1.

- Die TS-Erträge und die restlichen erfassten Merkmale weisen eine beträchtliche standortbedingte Variabilität auf, vgl. Abb. 2.

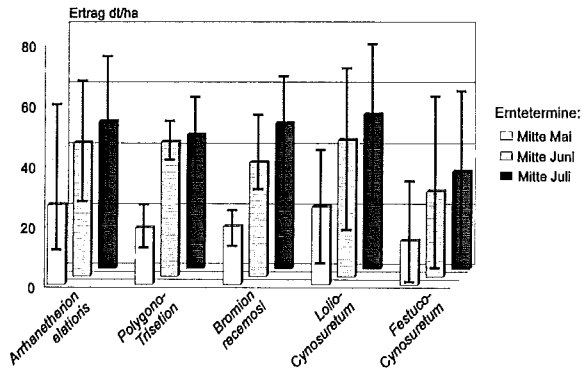


Abb. 1: TS-Ertrag in Abhängigkeit von Erntetermin und Pflanzengesellschaft

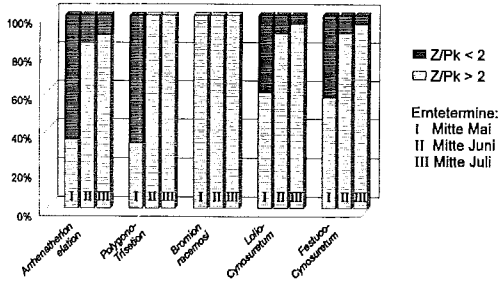


Abb. 3: Unterschreitungshäufigkeit des Z/Pk-Quotienten-Grenzwertes (= 2) in Abhängigkeit von Erntetermin und Pflanzengesellschaft

- Zum ersten Erntetermin des Primäraufwachses waren die Gäreigenschaften durch niedrige Z/Pk-Quotienten und geringe Nitratgehalte beeinträchtigt; zu den folgenden Ernteterminen begrenzten lediglich niedrige Nitratkonzentrationen die Gäreigenschaften, vgl. Abb. 3 und Abb. 4.

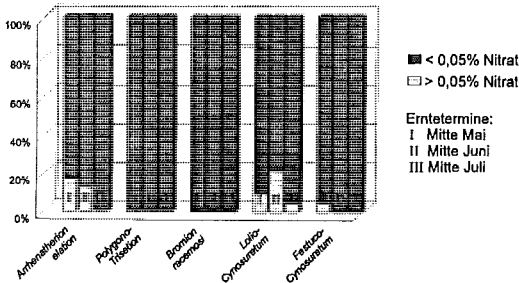


Abb. 4: Unterschreitungshäufigkeit des Nitrat-Grenzwertes (= 0,05%) in Abhängigkeit von Erntetermin und Pflanzengesellschaft

#### 4. Ausblick

- Untersuchungen über Verbesserung des Silierergebnisses durch Einsatz von Silierhilfsmitteln (= Nitratzusätze, Laktobakterienzusätze).
- Ermittlung des Zusammenhangs zwischen den ermittelten Gäreignungskriterien und den im Siliertest festgestellten Kriterien der Gärqualität, einschließlich Neigung zur Nachgärung.
- Erarbeitung von Transferfunktionen der an den Probenstandorten gewonnenen Erkenntnisse zur Übertragung in den Raummaßstab (= Regionalisierung der Resultate).

#### 5. Literatur

- KAISER, E., 1994: Zur Bedeutung des Nitratgehaltes im Grünfütter für die Silagequalität. VDLUFA-Schriftenreihe 38, 445-448.
- KAISER, E. & F. WEISSBACH, 1989a: Zum Einfluß des Nitratgehaltes im Gärfütter auf den Gärungsverlauf bei der Silierung. 1. Mitteilung. Wiss. Z. Humboldt-Univ. Berlin. R. Agrarwiss. 38, 1, 78-84.
- OPITZ VON BOBERFELD, W., 1997: Winteraußenhaltung von Mutterkühen in Abhängigkeit vom Standort unter pflanzenbaulichem Aspekt. Ber. Ldw. 75, 604-618.
- SPOELSTRA, S.F., 1983: Inhibition of clostridial growth by nitrate during the early phase of silage fermentation. J. Sci. of Food and Agriculture 34, 145-152.

# Praxisrelevante Auswertung von 1500 Datensätzen zur Futterqualität einzelner Niedermoorpflanzen

von

Renate Bockholt  
Institut für umweltgerechten Pflanzenbau  
- Fachgebiet Grünland und Futterbau - der Universität Rostock

## 1. Einleitung

Die Vielfalt der Bestandeszusammensetzung von Dauergrünland nimmt bei reduzierter Düngung, reduzierter Entwässerung und Verzicht auf Ansaat leistungsfähiger Futtergräser zu. Niedermoore, die in Mecklenburg-Vorpommern > 60% des gesamten Grünlandes einnehmen, sind von der Extensivierung besonders betroffen. Sie werden in den Wasserstufen 2+/-, 2+ und 3+ mit landwirtschaftlichen oder naturschutzgerechten Vorrangzielen für Welksilage- und Heugewinnung oder als Weideflächen genutzt. Für eine Futtereinsatzbegrenzung bzw. zur Festlegung letztmöglicher Erntetermine ist es von Bedeutung, Prognosen für den Futterwert geben zu können bzw. nach einer Ertragsanteilschätzung der Einzelarten den Futterwert berechnen zu können.

## 2. Material und Methoden

Für die Synthese-Auswertung stand mehrjähriges Analysenmaterial von insgesamt 42 typischen Pflanzenarten zur Verfügung, wovon ca. 70% von BUSKE (1998) vorgelegt worden sind. Die Variationsbreite der wichtigsten Futterwertparameter ist mit 33 Pflanzenarten bereits veröffentlicht (BOCKHOLT u. BUSKE, 1997) und wird in den Abbildungen 1 und 2 als aktualisierte Ausgangssituation der 42 Arten vorangestellt. Für die praxisrelevante Auswertung in Trendfunktionen und Excel-Tabellen war es notwendig, wenige einfache numerische Klassifizierungen (Wochen ab 1. Mai, wenigstufige Vegetationsstadien siehe Tab.1) zu wählen. Für den Fall, daß auf Grund von Mangel an Zeit oder Gelegenheit für die Prognosen auf eine Ertragsanteilschätzung der Einzelarten verzichtet werden soll oder muß, sind außer der Einzelauswertung auch Gesamt- und Gruppenzusammenfassungen durchgeführt worden (Tab.3).

Tabelle 1: 9 stufige Boniturskala für Entwicklungsstadien von Futterpflanzen

Bonitur-note	Merkmalsausprägung bei Gräsern	Merkmalsausprägung bei Kräutern
1	Vor dem Schossen, noch keine Halmbildung	Große Rosette, vor der Stengelbildung
2	Beginn des Schossens, Beginn der Halmbildung	In der Stengelbildung, ohne sichtbare Knospen
3	Blütenstandsanlagen im Trieb etwa 10 cm hoch	Beginn des sichtbaren Knospens
4	Blütenstandsanlagen im Trieb so hoch wie oberstes Blattöhrchen	Beginn der Blüte, ca. 5% aufgeblüht
5	Beginn des Schiebens der Blütenstände, 25% sichtbar	Anfang der Vollblüte, 30% aufgeblüht
6	> 50% der Blütenstände voll sichtbar	Ende der Blüte, >80% aufgeblüht
7	Blüte	Früchte (untere und mittlere) voll ausgebildet
8	Nach der Blüte, Beginn Samenbildung	Samen teigig
9	Samenreife	Samenreife

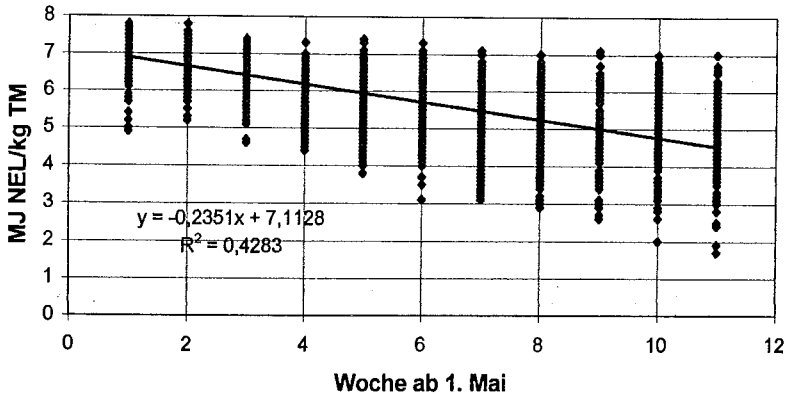


Abb.1: Gesamte Variationsbreite der Energiedichte mit Trendlinie für den 1. Aufwuchs (1.Mai bis 15. Juli)

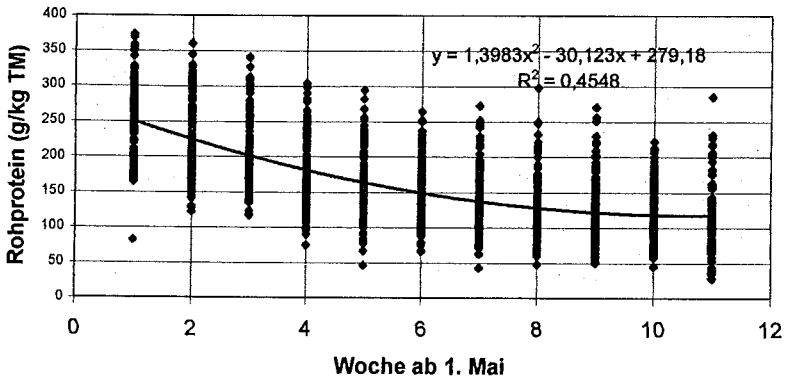


Abb.2: Gesamte Variationsbreite des Rohproteingehaltes mit Trendlinie für den 1. Aufwuchs (1.Mai bis 15. Juli)

### 3. Ergebnisse

Die Trendfunktionen für die Energiedichte lassen sich grundsätzlich mit linearen Funktionsgleichungen und Polynomen 2. Grades in Abhängigkeit von der Wuchshöhe, von Vegetationsstadien und der Woche ab 1. Mai beschreiben (Tab.2). Dabei wird im Mittel aller 42 Pflanzenarten mit allen 3 Bezugsgrößen ein gleich gutes Bestimmtheitsmaß von  $r^2 = 0,42$  erreicht. Durch Konzentration auf die einzelnen Arten und wahlweise Bezugnahme werden gegenüber Gruppenbildung bessere Ergebnisse erzielt ( $r^2$  bis 0,95). Daraus ergab sich die Vorgehensweise, grundsätzlich alle 3 Möglichkeiten der Bezugnahme in je einer Tabelle für jede Pflanzenart festzuschreiben (Tab.4). Während die Energiedichte der Gruppe der Süßgräser stärker durch die Vegetationsstadien beeinflusst wird, übt bei den Sauergräsern und Binsen sowie bei den Kräutern die Wuchshöhe einen stärkeren Einfluß aus.

Tab. 2: Einfluß von Wuchshöhe, Vegetationsstadium und Woche ab 1. Mai auf die Energiedichte in MJ NEL/kg TM mit Gleichungen und Bestimmtheitsmaßen

Pflanzengruppen bzw. Beispiellarten	Wuchshöhe (10-200 cm)	Vegetationsstadium (1-9)	Woche ab 1.Mai (1-11)
Alle Pflanzen (n = 42)	$y = -0,0205x + 6,99$ $R^2 = 0,43$	$y = -0,2744x + 7,08$ $R^2 = 0,43$	$y = -0,2351x + 7,11$ $R^2 = 0,43$
Süßgräser (n = 15)	$y = 0,0002x^2 - 0,0438x + 7,75$ $R^2 = 0,57$	$y = -0,3436x + 7,69$ $R^2 = 0,69$	$y = 0,0195x^2 - 0,4816x + 7,72$ $R^2 = 0,59$
Sauergräser u. Binsen (n = 8)	$y = 0,0002x^2 - 0,0479x + 7,48$ $R^2 = 0,63$	$y = -0,0272x^2 - 0,0347x + 6,60$ $R^2 = 0,38$	$y = -0,1934x + 6,58$ $R^2 = 0,38$
Kräuter (n = 19)	$y = -0,0238x + 7,11$ $R^2 = 0,41$	$y = -0,255x + 6,82$ $R^2 = 0,33$	$y = -0,2251x + 7,07$ $R^2 = 0,35$
Wuchshöhe bis 200 cm Typ. Röhrichtgräser (n = 2)	$y = -0,0175x + 7,45$ $R^2 = 0,64$	$y = 0,0094x^2 - 0,4663x + 7,84$ $R^2 = 0,77$	$y = 0,018x^2 - 0,479x + 7,87$ $R^2 = 0,62$
Wuchshöhe bis 150 cm Typ. Wiesenpflanzen (n = 22)	$y = -0,0265x + 7,30$ $R^2 = 0,49$	$y = -0,3337x + 7,15$ $R^2 = 0,56$	$y = -0,2597x + 7,09$ $R^2 = 0,45$
Wuchshöhe bis 90 cm Typ. Weidepflanzen (n = 18)	$y = -0,0224x + 6,93$ $R^2 = 0,24$	$y = -0,1128x + 6,72$ $R^2 = 0,15$	$y = -0,1708x + 6,86$ $R^2 = 0,33$
Rohrglanzgras ( <i>Phalaris arundinacea</i> )	$y = -0,0197x + 7,38$ $R^2 = 0,77$	$y = 0,0166x^2 - 0,57x + 7,98$ $R^2 = 0,81$	$y = 0,027x^2 - 0,6442x + 8,08$ $R^2 = 0,81$
Gemeine Quecke ( <i>Elytrigia repens</i> )	$y = 0,0003x^2 - 0,0584x + 8,48$ $R^2 = 0,70$	$y = -0,2676x + 7,34$ $R^2 = 0,67$	$y = -0,228x + 7,54$ $R^2 = 0,76$
Knickfuchsschwanz ( <i>Alopecurus geniculatus</i> )	$y = 0,0009x^2 - 0,0906x + 8,03$ $R^2 = 0,78$	$y = -0,3201x + 7,62$ $R^2 = 0,63$	$y = -0,160x + 7,21$ $R^2 = 0,89$
Wiesenerbel ( <i>Anthriscus sylvestris</i> )	$Y = -0,0002x^2 - 0,007x + 7,50$ $R^2 = 0,56$	$y = -0,0523x^2 + 0,0502x + 7,11$ $R^2 = 0,79$	$y = -0,4459x + 7,58$ $R^2 = 0,78$
Wiesen- Sauerampfer ( <i>Rumex acetosa</i> )	$y = -0,0507x + 7,54$ $R^2 = 0,87$	$y = -0,5262x + 7,67$ $R^2 = 0,89$	$y = 0,0329x^2 - 0,08899x + 8,56$ $R^2 = 0,95$
Löwenzahn ( <i>Taraxacum officinale</i> )	$y = -0,053x + 6,57$ $R^2 = 0,1$	$y = 0,0178x + 6,32$ $R^2 = 0,03$	$y = -0,0409x + 6,61$ $R^2 = 0,2$



**Tab.3:** Gesamt- und Gruppenmittelwerte von Wuchshöhen, Vegetationsstadien und der wichtigsten Futterwertparameter in Abhängigkeit von der Woche ab 1. Mai

Gruppe	Woche ab 1. Mai	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
	Höhe (cm)	23	32	40	51	59	67	73	81	83	83	86
(n = 42)	Veg.-Stadium	2,0	2,7	3,5	4,2	4,9	5,2	5,5	6,1	6,5	6,7	7,2
Alle	RP (g/kg TM)	250	226	205	178	160	146	138	129	126	120	113
Pflanzen	MJ NEL/kg TM	6,9	6,8	6,5	6,1	5,9	5,6	5,3	5,1	5,0	4,9	4,7
	Höhe (cm)	19	22	27	32	39	41	43	44	48	46	47
(n = 18)	Veg.-Stadium	3,1	3,5	4,7	5,1	5,9	6,0	5,3	6,4	6,7	6,3	6,0
Weide-	RP (g/kg TM)	223	205	181	161	155	147	154	140	143	137	149
Pflanzen	MJ NEL/kg TM	6,8	6,8	6,6	6,3	6,1	6,0	5,9	5,7	5,6	5,5	5,4
	Höhe (cm)	24	35	44	56	63	71	79	86	87	89	87
(n=22)	Veg.-Stadium	1,7	2,5	3,1	3,9	4,5	4,9	5,5	5,9	6,3	6,8	7,3
Wiesen-	RP (g/kg TM)	262	235	216	186	162	150	135	129	125	117	106
pflanzen	MJ NEL/kg TM	6,9	6,7	6,4	6,0	5,8	5,5	5,1	4,8	4,8	4,6	4,4
	Höhe (cm)	32	39	48	65	76	96	110	131	138	145	152
(n = 2)	Veg.-Stadium	1,1	1,9	2,7	3,9	4,5	5,3	5,9	6,5	6,8	7,3	8,6
Röhricht-	RP (g/kg TM)	244	218	205	168	159	126	116	105	97	93	82
pflanzen	MJ NEL/kg TM	7,4	7,0	6,7	6,2	6,0	5,5	5,4	5,1	5,0	5,0	4,8

**Tab.4:** Beispiel einer Auswertungstabelle für die Verwendung der Ergebnisse einer Ertragsanteilschätzung der Einzelarten, Gemeine Quecke (*Elytrigia repens*)

Woche ab 1. Mai	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	Mittel/Summe
Proben (n)	10	7	8	6	9	6	8	6	7	7	10	84
Veg.-Stadium	1,1	1,7	2,1	2,8	3,6	5,2	5,3	6,0	6,7	7,3	7,4	4,4
Höhe (cm)	19	27	33	42	50	60	62	71	73	77	82	55
TS (%)	19	20	21	22	22	24	25	26	28	31	31	24
RP (g/kg TM)	311	301	253	251	219	187	168	155	147	131	130	207
RF (g/kg TM)	191	214	239	276	280	308	313	327	303	316	315	277
RA (g/kg TM)	80	93	77	66	74	72	68	75	69	68	68	74
Cl. Lösl. (%)	88	87	84	83	81	77	72	69	72	68	68	77
VK (% d.OM)	82	82	79	78	76	73	68	65	68	65	64	73
MJ NEL/kg TM	7,3	7,1	6,9	6,7	6,6	6,2	5,7	5,3	5,6	5,3	5,2	6,2

**Literaturverzeichnis:**

- BOCKHOLT, R. u. F. BUSKE, 1997: Variationsbreite des Futterwertes von Niedermoorgrünland unter Berücksichtigung der häufigsten autochthonen Pflanzen, Zeitschrift „Das Wirtschaftseigene Futter“, Bd 43, Heft 1, Seite 5-20
- BUSKE, F., 1998: Zu Futterwertparametern von Pflanzenarten extensiv genutzter Niedermooere, Diss. Rostock
- FRIEDEL, K., 1990: Die Schätzung des energetischen Futterwertes von Grobfutter mit Hilfe einer Cellulasemethode.- Wiss.Z. Uni Rostock, Nat.Reihe 39, 78-86

# Siliereignung verschiedener Gräser des Niedermoorgrünlandes bei später erster Nutzung

von

Christoph Hermanspahn und Matthias Benke

Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser - Ems des Fachbereichs Agrarwissenschaften der Georg - August - Universität Göttingen

## 1. Einleitung

Bislang intensiv genutzte, entwässerte Niedermoorstandorte sind durch einen hohen Stoffverlust gekennzeichnet. Der Torfabbau kann in Abhängigkeit der Nutzung bis zu 2 cm pro Jahr betragen (BLANKENBURG 1995). Um eine weitere Zersetzung des Torfkörpers bereits degenerierter Niedermoorstandorte zu reduzieren, ist der Ein- oder Anstau von Wasser zumindest über das Winterhalbjahr erforderlich. Unter Auflagen bewirtschaftetes Niedermoorgrünland ist durch obergrasreiche Bestände charakterisiert, wobei nur wenige Arten dominieren. Eine Heuernte wird durch Maßnahmen der Wiedervernässung bei gleichzeitig spätem Schnitt erschwert. In Silierversuchen mit den für Niedermoor typischen Arten *Alopecurus pratensis*, *Phalaris arundinaceae*, *Deschampsia cespitosa* und *Holcus lanatus* sowie eines Mischbestandes wurde deren Eignung zur Gärfutterbereitung bei später erster Nutzung untersucht. Weiterhin sollte der Einfluß einer Wiedervernässung auf die Gärfähigkeit geprüft werden.

## 2. Material und Methode

Als Merkmale der Gärfähigkeit wurden der Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten (wK) und die Pufferkapazität (PK) an den in Tabelle 1 aufgeführten Arten bestimmt.

Tab. 1: Varianten zur Gärfähigkeit

Faktor	Stufe		Abk.
1. Art	1.1	Wiesenfuchsschwanz ( <i>Alopecurus pratensis</i> )	A.p.
	1.2	Rohrglanzgras ( <i>Phalaris arundinaceae</i> )	P.a.
	1.3	Rasenschmiele ( <i>Deschampsia cespitosa</i> )	D.c.
	1.4	Wolliges Honiggras ( <i>Holcus lanatus</i> )	H.l.
	1.5	Quecke ( <i>Elymus repens</i> )	E.r.
	1.6	Mischbestand	MB
2. Vernässung	2.1	unvernäßt	VN1
	2.2	vernäßt	VN2

Die Ernte erfolgte ab Mitte Mai bis Juli im Abstand von 14 Tagen, danach bis Ende August alle 4 Wochen. Siliert wurden die Arten (außer *Elymus repens*) Mitte Juli in Laborsilos (Volumen = 3,4 l). Die Ernte erfolgte bei einer einheitlicher Stoppelhöhe von 5 cm. Gehäckselt wurden die Pflanzen auf eine Länge von 2 cm und soweit erforderlich auf einen TS-Gehalt von 40 % angewelkt. Zur Beschreibung des Gärverlaufes wurde nach dem 2., 4., 16. und 90. Tag beprobt. Ergänzend wurde an einem Mischbestand die Wirkung eines MSB-Impfpräparates untersucht, dabei wurden die Silos nach dem 90. Tag geöffnet. Die Bestimmung des Gehaltes an wasserlöslichen Kohlenhydraten erfolgte kolorimetrisch mit Anthron. Die Pufferkapazität wurde in Anlehnung an WEISSBACH (1967) bestimmt. Zur Beurteilung der Gärqualität wurden der pH-Wert gemessen und im schwefelsauren Extrakt die flüchtigen Gärsäuren mit Hilfe der HPLC analysiert.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Gärfähigkeit

Die Konzentrationen an wasserlöslichen Kohlenhydraten sowie die Pufferkapazität der einzelnen Arten sind in Tabelle 2 dargestellt. Alle Gehaltsangaben beziehen sich auf das bei 60 °C getrocknete Material.

Tab. 2: Gehalte an wasserlöslichen Kohlenhydraten und Pufferkapazität während der Vegetationsperiode in Abhängigkeit der Vernässung

	A.p.		P.a.		D.c.		H.L.		E.r.		M.B.	
	VN1	VN2	VN1	VN2	VN1	VN2	VN1	VN2	VN1	VN2	VN1	VN2
<b>wasserlösliche Kohlenhydrate [%]</b>												
21.05.	11,20	13,19	13,45	13,03	17,02	20,37	15,79	20,78	10,98	9,96	13,12	14,84
04.06.	9,61	9,68	6,53	8,24	13,76	16,57	9,14	8,03	6,52	8,19	9,25	11,02
18.06.	10,30	10,92	14,95	8,76	16,55	21,43	12,50	13,37	12,86	9,12	15,46	10,24
02.07.	7,86	7,27	14,56	10,85	12,11	14,13	16,34	12,86	11,22	12,00	11,75	11,21
05.08.	2,62	5,99	18,14	20,81	10,68	16,88	5,34	8,30	13,25	9,13	8,82	10,89
28.08.	2,37	6,97	11,10	14,62	9,51	13,57	3,29	8,50	13,29	13,05	4,46	6,77
<b>Pufferkapazität [mg MS/100 g Probel]</b>												
21.05.	4,9	4,0	4,5	3,8	4,8	4,2	6,1	4,3	6,2	6,7	5,5	5,0
04.06.	4,4	3,5	4,2	3,8	4,9	4,1	4,7	3,5	5,6	5,7	4,7	4,4
18.06.	4,7	4,2	2,9	2,8	3,7	3,9	3,8	3,2	4,8	5,1	4,7	4,2
02.07.	4,3	3,4	2,4	2,5	4,3	3,3	3,7	2,9	4,1	4,0	3,7	3,7
05.08.	4,5	3,4	2,5	2,7	4,9	3,2	5,2	3,8	3,8	3,9	4,8	4,2
28.08.	4,5	3,5	3,0	2,8	4,3	3,6	4,7	4,1	3,2	4,3	4,8	3,8

Der Faktor Vernässung bleibt für den Untersuchungszeitraum (Mitte Mai bis Ende August) ohne gesicherten Einfluß auf die Konzentration an wLK der einzelnen Arten. Die vom Faktor Erntetermin ausgehenden Effekte sind statistisch abgesichert. Mit Ausnahme von *Elymus repens* und *Phalaris arundinaceae* nimmt die Gärfähigkeit, gemessen am Quotienten aus wK und PK, im Laufe der Vegetationsperiode ab. Bei den genannten Arten steigt mit fortschreitender Vegetationsdauer der Gehalt an wasserlöslichen Kohlenhydraten an. Der am stärksten ausgeprägte Alterungseffekt ist bei der Art *Alopecurus pratensis* festzustellen. Hier wird bereits ab Anfang Juli ein wK/PK-Quotient von  $\leq 2$  festgestellt. Dieser Wert fällt im weiteren Verlauf in der unvernässten Variante noch weiter ab ( $\leq 1$ ). Beurteilt am wK/PK - Quotienten sind zum Zeitpunkt Anfang/Mitte Juli bei allen anderen Arten die Gäreigenschaften als günstig zu bezeichnen.

#### 3.2 Gärqualität

Die Ergebnisse der Zeitreihenuntersuchungen des Silierversuches sind in den Abbildungen 2 und 3 für die Merkmale pH-Werte und Milch- und Buttersäure dargestellt. Die Angaben beziehen sich auf die Frischmasse.

Nur *Phalaris arundinaceae* der Stufen vernäßt und unvernäßt und *Holcus lanatus*/vernäßt erreichen nach 90 Tagen ein pH-Wert von unter 4.85. Die Artunterschiede sind an allen Öffnungsterminen gesichert. Der Einfluß des Faktors Vernässung auf die pH-Werte der 90-Tage-Silagen ist - bedingt durch die niedrigere Pufferkapazität in den feuchteren Flächen - markant.

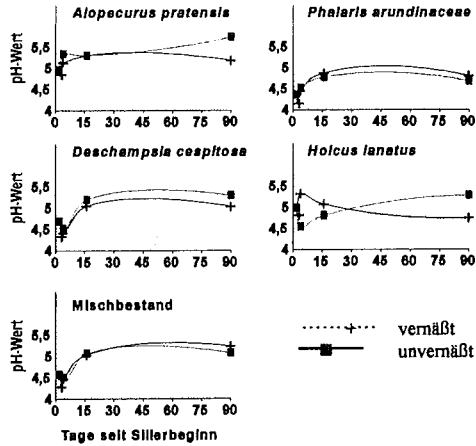


Abb. 2: Verlauf der pH-Werte

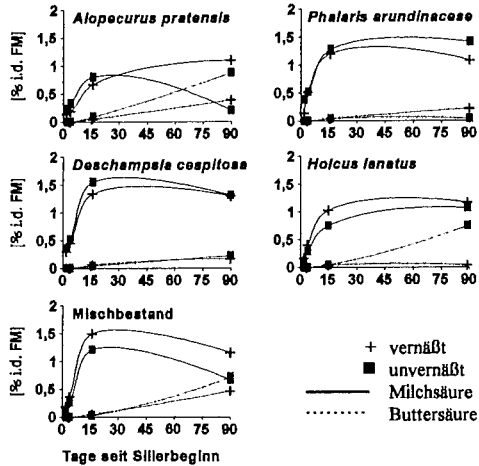


Abb. 3: Verlauf der Milch- und Buttersäuregehalte

In den ersten Tagen des Silierprozesses findet zunächst eine ausreichend hohe Einsäuerung des Pflanzenmaterials statt (Ausnahme *Alopecurus pratensis* und *Holcus lanatus*/ vernäbt). Die zu Beginn des Silierprozesses produzierte Menge an Milchsäure ist für die Stabilität der Silage jedoch nicht ausreichend. Vielmehr wird bereits in der ersten Gärphase Buttersäure gebildet. Die schlechte Qualität der Silagen aus *Alopecurus pratensis* ist auf die geringen Gehalte an vergärbaren Kohlenhydraten bzw. den niedrigen wK/PK-Quotienten zurückzuführen. Die in der unvernäbten Variante gebildete Milchsäure wird fast vollständig zu Buttersäure abgebaut. Ursache der schlechten Gärqualität der übrigen Arten dürfte ein zu niedriger Nitratgehalt im

Ausgangsmaterial bzw. ein zu geringer Besatz an epiphytischen Milchsäurebakterien sein. Selbst bei guten Gärvoraussetzungen kann es dann zu Fehlgärungen kommen, wenn beide Grenzwerte unterschritten werden. (WEISSBACH 1996). Charakteristisch für solche Fehlgärungen ist die Bildung von Buttersäure während der ersten Tage. Bestätigt werden diese Beobachtungen durch die zusätzlich zum Artenversuch durchge-

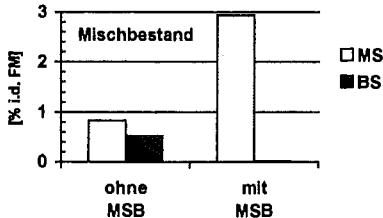


Abb. 4: Milch- und Buttersäuregehalte von 90-Tage-Silagen; Schnittermin 15.

führten Untersuchungen des 1. Aufwuchses eines Mischbestandes zu drei unterschiedlichen Siliertermen (Mitte Juni, Mitte Juli, und Mitte August). Dargestellt sind in Abbildung 4 Ergebnisse der Julivariante. Bei insgesamt verändertem Niveau der verschiedenen Gärsäuregehalte gelten die Aussagen auch für die beiden anderen Varianten. Durch Zugabe von MSB - Impfkulturen (SilaBac) werden stabile Silagen erzeugt (pH - Wert < 4,5).

Selbst bei spätem Silierterm gelten die Silagen als buttersäurefrei (BS < 0,1 % in der FM) bei gleichzeitig hoher Konzentration an Milchsäure.

#### 4. Schlußfolgerungen

- Vernässungsmaßnahmen haben auf den Gehalt an wK keinen Einfluß.
- Eine Wiedervernässung wirkt in Abhängigkeit der Art günstig auf die Puffereigenschaften.
- Die höchste Konzentration an wK hatten *Deschampsia cespitosa*, *Holcus lanatus* und *Phalaris arundinaceae*, die beiden erstgenannten Arten zu Beginn (Mitte Mai) des Untersuchungszeitraums, *P. arundinaceae* Anfang August.
- Trotz einer mittleren bis guten Gärfähigkeit wird bereits zu Beginn des Silierprozesses Buttersäure produziert. Der Gehalt an Nitrat im Pflanzenmaterial bzw. der Anteil der Milchsäurebakterien am natürlich vorkommenden Epiphytenbesatz war offensichtlich zu gering um stabile und buttersäurefreie Silagen zu erzeugen.
- Der Zusatz von MSB - Impfpräparaten sichert - eine optimale Siliertechnik vorausgesetzt - den Erfolg einer Gärfutterbereitung bei später l. Nutzung.

#### Literatur

- BLANKENBURG, J., 1995: Wasserhaushalt von Niedermooren und hydrologisches Management. Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung 36, 102 - 106.
- WEISSBACH, F., 1967: Die Bestimmung der Pufferkapazität der Futterpflanzen und ihre Bedeutung für die Vergärbarkeit. Tagungsber. Deut. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin 92, 211 - 220.
- WEISSBACH, F. und H. HONIG, 1996: Über die Vorhersage und Steuerung des Gärverlaufs bei der Silierung von Grünfutter aus extensivem Anbau. Landbauforschung Völkenrode Heft 1/96, 10 - 17.

# Zum Einfluß der Saadmischung auf die Entwicklung einer Böschungsbegrünung

von

Johannes Isselstein<sup>1</sup> und Wilhelm Opitz von Boberfeld<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Lehrstuhl für Futterbau und Graslandwirtschaft, Universität Göttingen

<sup>2</sup> Lehrstuhl für Grünlandwirtschaft und Futterbau, Universität Gießen

## 1. Einleitung

Saadmischungen für Landschaftsrasen bzw. Böschungsbegrünungen sollen einen raschen Aufgang gewährleisten, damit der Boden vor Erosion geschützt wird (Hope 1983, Lütke Entrup 1986). Sie sollen darüber hinaus die Entwicklung einer standorttypischen artenreichen Vegetation ermöglichen (Bielefeld 1987, Schulz 1988, Stockey 1992), die auch ästhetisch ansprechend ist (Marshall 1994, Zobelt & Simon 1994); schließlich soll die Saadmischung kostengünstig sein. Inwieweit das Erreichen dieser Ziele durch die Wahl artenarmer bzw. artenreicher Saadmischungen und durch die Verwendung von Futteranstelle von Rasensorten bei den Gräsern beeinflusst werden kann, sollte in dem hier vorgestellten Begrünungsversuch geprüft werden.

## 2. Material und Methoden

Der Versuch wurde auf dem Gelände der Versuchsstation des Lehrstuhls für Grünlandwirtschaft und Futterbau der Universität Gießen auf einem neu errichteten Hochwasserschutz-Damm angelegt. Die ca. 20 cm starke Rasentragschicht ist der abgeräumte Boden eines benachbart liegenden Auenlehms. In Anlehnung an die Empfehlungen der Regelsaatgutmischungen für Rasen (RSM, Anonymus 1997) wurde in einem dreifaktoriellen Versuch mit vier Wiederholungen die Zusammensetzung der Saadmischung wie folgt variiert: 1. Saatgutgrundmischung: Landschaftsrasen-Standard oder Landschaftsrasen-Trockenlagen, 2. ohne bzw. mit Kräutern in der Saadmischung (artenarme/artenreiche Mischung), 3. Rasen- bzw. Futtersorten. Demnach ergeben sich acht verschiedene Saadmischungsvarianten (Tab. 1, Tab. 2). Bei den Gräsern wurde je Art ein Gemisch von bis zu drei Sorten verwendet. Bei den Kräutern handelte es sich um Wildpflanzenherkünfte, bei *Bromus erectus* um Handelssaatgut. Die Aussaat erfolgte Ende Mai in ein abgesetztes feines Saatbett, breitwürfig von Hand. Die Saatmenge betrug 20 g/m<sup>2</sup>. Die Bestände wurden im Beobachtungszeitraum (Ansaatzjahr = 1. Jahr und Folgejahr = 2. Jahr) nicht genutzt, d.h. es wurde weder ein Schröpf- noch ein nachfolgender Pflegeschnitt durchgeführt. Damit sollte der Ansaatenerfolg für solche Bedingungen geprüft werden, bei denen die Flächen etwa von Straßenböschungen für Pflegemaßnahmen nur

Tab. 1: Übersicht über die Saadmischungsvarianten

Variante	Grundmischung	Kräuter	Sorten <sup>#)</sup>	Variante	Grundmischung	Kräuter	Sorten
1	Standard	ohne	Rasen	5	Trockenlagen	ohne	Rasen
2	"	"	Futter	6	"	"	Futter
3	"	mit	Rasen	7	"	mit	Rasen
4	"	"	Futter	8	"	"	Futter

<sup>#)</sup> Sortentyp variiert bei *Lolium perenne*, *Poa pratensis* und *Festuca rubra rubra*

schwer zugänglich sind. Aufgang des Saatguts und Deckungsgradentwicklung der Pflanzen wurden im Ansaatjahr mehrfach bonitiert. Die Pflanzenbestände wurden jeweils im Spätsommer aufgenommen.

Tab. 2: Artenzusammensetzung der verwendeten Saatmischungen (vgl. Tab. 1)

Art	Saatmischungsvariante			
	1/2	3/4	5/6	7/8
	Saatanteil % <sup>*)</sup>			
<i>Agrostis capillaris</i>	9	9	-	-
<i>Bromus erectus</i>	-	-	5	5
<i>Festuca ovina</i>	25	23,4	33	31,4
<i>Festuca rubra com.</i>	18	18	14	14
<i>Festuca r. r./trich.</i>	34	34	39	39
<i>Lolium perenne</i>	5	5	9	9
<i>Poa pratensis</i>	9	9	-	-
Kräuter	-	1,6	-	1,6

Zusammensetzung des Kräuteranteils: 0,2 % <i>Achillea millefolium</i> , 0,2 % <i>Centaurea jacea</i> , 0,1 % <i>Daucus carota</i> , 0,1 % <i>Galium verum</i> , 0,1 % <i>Leontodon autumnalis</i> , 0,2 % <i>Leucanthemum vulgare</i> , 0,1 % <i>Pimpinella saxifraga</i> , 0,1 % <i>Plantago lanceolata</i> , 0,2 % <i>Sanguisorba minor</i> , 0,2 % <i>Lotus corniculatus</i> , 0,1 % <i>Medicago lupulina</i>
---

<sup>\*)</sup> Massenprozent

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Im Sommer des Ansaatjahres betrug der Massenanteil der angesäten Arten am oberirdischen Aufwuchs 90 % und mehr; die Saatmischungen unterschieden sich nur gering. Die Pflanzenbestände wurden in den ersten beiden Jahren von *Lolium perenne*, *Festuca rubra* und einigen Kräuterarten dominiert (Abb. 1). Die Mehrzahl der angesäten Kräuter und Leguminosen sowie die übrigen Grasarten spielten eine nur untergeordnete Rolle. Die Streuung der Massenanteile von *Festuca rubra* konnte weitgehend mit den Massenanteilen von *Lolium perenne* erklärt werden ( $r^2=0,81***$ ), d.h. je günstiger die Entwicklungsbedingungen für *Lolium perenne* desto geringer waren die Massenanteile von *Festuca rubra*. So führte sowohl der bei der Grundmischung für Trockenlagen mit 9 % höhere Saatanteil von *Lolium perenne* gegenüber der Standard-Mischung mit 5 % als auch die Wahl von Futter- anstelle von Rasensorten zu signifikant geringeren Massenanteilen bei *Festuca rubra*. Der Sortenvergleich zeigt, daß die größere Konkurrenzkraft von *Lolium perenne* gegenüber *Festuca rubra* bei Futtersorten stärker ausgeprägt ist als bei Rasensorten. Trotz eines vergleichsweise geringen Saatanteils vermochten sich einige angesäte Kräuterarten weitgehend unabhängig vom Massenanteil von *Lolium perenne* gut zu etablieren. Anteile von mehr als 2 % erreichten *Achillea millefolium*, *Centaurea jacea*, *Daucus carota*, *Plantago lanceolata*, *Sanguisorba minor*. Die konkurrenzkräftige Entwicklung dieser Kräuter sowie von *Lolium perenne* konnte v.a. mit einem raschen Feldaufgang dieser Arten erklärt werden. Damit bestätigt diese Untersuchung, daß mit den RSM-Empfehlungen für Landschaftsrasen das Ziel von Landschafts- und Böschungsbegrünungen nach Sicherung des erosionsgefährdeten Bodens gewährleistet werden kann und daß die Hinzunahme von Kräutersaatgut die Sicherheit noch erhöht. Im Hinblick auf die Kräuter gilt dies jedoch nur für die wenigen Arten, die schnell und zuverlässig auflaufen und durchsetzungsfähig sind. Wenngleich sämtliche Pflanzenbestände von nur wenigen Arten beherrscht wurden, so wurde dennoch eine größere Anzahl Pflanzenarten vorgefunden. Die Gesamtartenzahl betrug im Ansaatjahr 24, im Folgejahr 15 Arten (Abb. 2); dabei hatte die Zusammensetzung der Saatmischung nur eine untergeordnete Bedeutung. Artenreiche, Kräuter enthaltende Mischungen, zeichneten sich im Vergleich zu den artenarmen, reinen Gräsermischungen durch eine signi

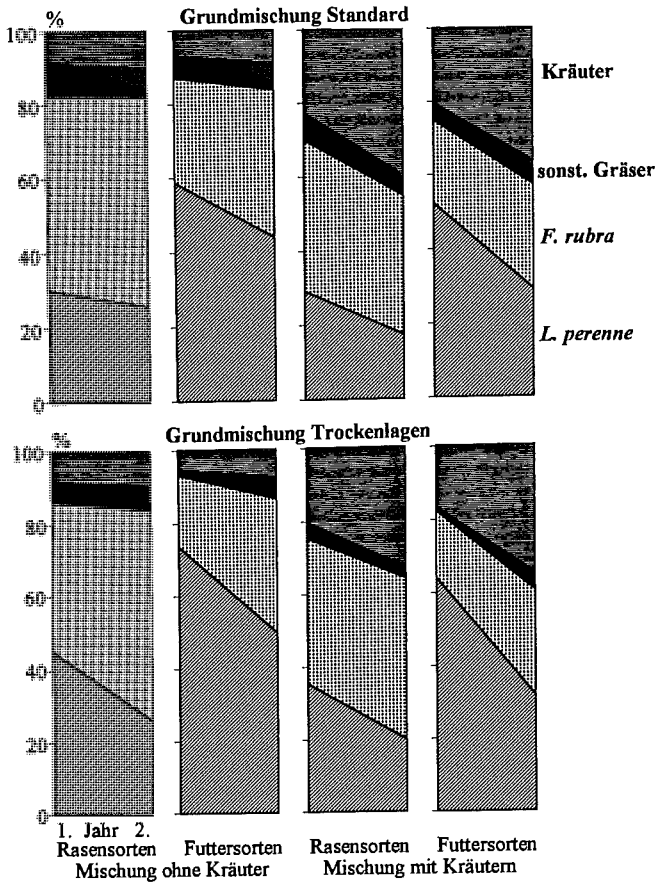


Abb. 1: Einfluß der Saadmischung auf die Massenanteile ausgewählter Arten bzw. Artengruppen

fikant geringere Anzahl spontan auftretender Arten aus. Demnach resultieren aus der Verwendung artenreicher Saadmischungen nicht unbedingt die artenreichsten Bestände (Zobelt & Simon 1994); insbesondere dann nicht, wenn, wie im vorliegenden Fall, *Lolium perenne* mit Saatstärken weit oberhalb der kritischen Saatstärke (Arens 1973) ausgebracht wird. Die ökologische Vorteilhaftigkeit artenreicher Saadmischungen ist zusätzlich in Frage zu stellen, weil in der rasenbaulichen Praxis oftmals kein autochthones Saatgut bei den Wildpflanzen bereitgestellt werden kann und damit die Gefahr der Florenverfälschung besteht.

#### 4. **Schlußfolgerungen**

Die Ergebnisse haben gezeigt, daß durch die Wahl von Saadmischungen nach RSM (Anonymus 1997) das vorrangige Ziel von Böschungsbegrünungen, nämlich die Sicherung des Bodens vor Erosion durch eine rasche Begrünung, erfüllt werden kann. Das



ökologische Ziel artenreicher, standorttypischer Vegetationen bleibt dabei jedoch unerreicht. Zudem sind die Saatgutkosten infolge hoher Aussaatstärken und der Empfehlung, Rasen- anstelle von Futtersorten zu verwenden, relativ hoch. Sind konkurrenzkräftige Arten wie *Lolium perenne* oder einige Kräuter in der Saatmischung, dann erscheint eine deutliche Rücknahme der Saatstärke auf ein Maß, wie es bei Dauergrünlandansaaten üblich ist, möglich, ohne daß ein Risiko im Hinblick auf das sicherungstechnische Ziel der Ansaat eingegangen wird. Geringere Saatdichten würden zudem mehr Spielraum für eine gewisse Dynamik der Vegetationsentwicklung belassen. Unter diesen Bedingungen erscheinen Futtersorten der Gräser in gleichem Maße ansaatwürdig wie Rasensorten. Eine gelungene Ansaat vorausgesetzt, können grünlandartige Bestände auch ohne Pflegemaßnahmen etabliert und in den Anfangsjahren erhalten werden.

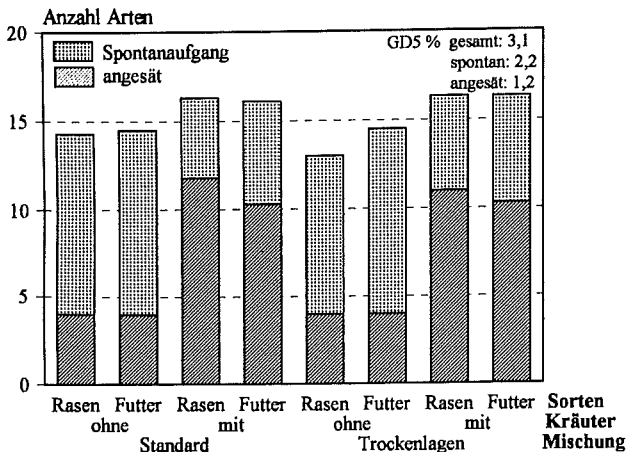


Abb. 2: Einfluß der Saatmischung auf die Anzahl angesäeter und spontan auftretender Pflanzenarten im 2. Jahr

## 5. Literatur

- ANONYMUS, 1997: Regel-Saatgut-Mischungen Rasen, RSM 98. Hrsg.: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V., Bonn
- ARENS, R., 1973: Grundsätze der Mischungsberechnung für Daueransaaten. Das wirtschaftseigene Futter 19, 90-102.
- BIELEFELD, A., 1987: Blumenwiesen - 19 Ackerkräuter und Wiesenblumen auf dem Prüfstand. Rasen-Turf-Gazon 18, 99-104.
- HOPE, F., 1983: Rasen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- LÜTKE ENTRUP, E., 1986: Begrünung extremer Standorte - aus Sicht der Saatgutmischungen. Rasen-Turf-Gazon 17, 127-130.
- MARSHALL, E.J.P., 1994: Amenity grass for non-sport use. In: Adams, W.A., Gibbs, R.J., Natural turf for sport and amenity, CAB International, 354-376.
- SCHULZ, H., 1988: Kräuterrasen als alternative Rasenanlage. Rasen-Turf-Gazon 19, 5-13.
- STOCKEY, A., 1992: Seed mixture composition attached to natural vegetation establishment (part 1). The SES -(standard-establishment-succession)-concept. Rasen-Turf-Gazon 23, 100-106.
- ZOBELT, U., SIMON, U., 1994: Mehrjährige Beobachtungen zu Veränderungen in der botanischen Zusammensetzung von Blumenwiesen. Rasen-Turf-Gazon 25, 95-98.



Teilnehmerverzeichnis 42. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Grünland und Futterbau 27.8. bis 29.8.1998

Lfd.Nr.	Name	Vorname	Titel	Dienststelle	PLZ	Ort	Straße
1	Achilles	Werner	Dipl.-Ing.agr.	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)	64289	Darmstadt	Barthngstr. 49
2	Albracht	Rainer	Dr.	Wolf-Garten GmbH & Co KG/EUROGREEN	57508	Beitzdorf	Postfach 860
3	Alcicek	Ahmet	Doz. Dr.	Ege Universitesi Ziraat Fakültesi, Zootekn Bölümü	TR-35100	Bornova-Izmir	
4	Anger	Michael	Dr.	Institut für Pflanzenbau, Lehrstuhl Allgem. Pflanzenbau	53115	Bonn	Katzenburgweg 5
5	Auerbach	Horst	Dr.	Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)	38116	Braunschweig	Bundesallee 50
6	Bartels	Rüdiger	Dr.	Bodentechnologisches Institut des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung	28211	Bremen	Friedrich-Misler-Str. 46
7	Bauer	Ulrich	Doz. Dr. agr. habil.		18258	Kambs	Dorfstr. 26a
8	Beckmann	Elisabeth	Dr.	Institut für Grünlandwirtschaft und Futterbau	35390	Gießen	Ludwigstr. 23
9	Behrendt	Axel	Dr. rer. agr.	ZALF Mürcheberg	14641	Paulinenaue	Gutshof 7
10	Benke	Matthias	Dr.	Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems des Fachbereichs Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen	49377	Vechta	Driverstr. 22
11	Berendonk	Clara	Dr.	LWK Rheinland - Lehr- und Versuchsanstalt für Tierhaltung Haus Riswick	47533	Kleve	Eisenpaß 5

Lfd.Nr.	Name	Vorname	Titel		Dienststelle	PLZ	Ort	Strabe
12	Bestajovsky	Jürgen	Dr.		Feldsaaten Freudenberger GmbH & CO KG	47800	Krefeld	Magdeburger Str. 2
13	Bockholt	Renate	Prof. Dr.		Universität Rostock, FB Agrarökologie, Fachgebiet Grünland und Futterbau	18059	Rostock	Justus-von-Liebig-Weg 6
14	Böhm	Wolfgang	Prof. Dr.			37009	Göttingen	Postfach 1924
15	Bommer	Dieter	Prof. Dr. Dr.h.c.			37124	Rosdorf	Südring 1
16	Bonn	Susanne	Dipl.Agr.Biol.		Universität Göttingen - Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung	37075	Göttingen	von-Siebold-Str. 8
17	Borstel von	Uwe	Dr. agr.		Landwirtschaftskammer	30159	Hannover	Johannsenstr. 10
18	Brodowski	Nils	Dipl.-Ing.agr.		Kleinwanzlebener Saatzucht, Einbeck	59609	Anröchte	Sietzstr. 3
19	Büchter	Manfred	Dipl.-Ing.agr.		Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Lehrstuhl Grünland und Futterbau	24118	Kiel	Holzoppelweg 2
20	Byükburc	Ugur	Prof. Dr.		Universität Gaziosmanpaşa	TR - 60100	Tokat	
21	Daniel	Peter	Dr.		Institut für Grünlandwirtschaft und Futterbau	35390	Gießen	Ludwigstr. 23
22	Dyckmans	Andreas	Dr.		Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)	38116	Braunschweig	Bundesallee 50
23	Ebel	Gunter	Dipl.-Ing.agr.		Humboldt-Universität, Landwirtschaftl.-Gärtn. Fakultät, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Fachgeb. Grünlandssysteme	10115	Berlin	Invalidenstr. 42
24	Eich	Susanne	Dipl.-Ing.agr.		Universität Rostock, FB Grünland und Futterbau	18059	Rostock	Justus-von-Liebig-Weg 6
25	Eichhorn	Josef	Dr.		Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz	55128	Mainz	Essenheimer Str. 144
26	Elmer	Reto	Ing.agr.		ETH Landwirtschaftl. Schule Plantahof	CH - 7302	Landquast	

Lfd.Nr.	Name	Vorname	Titel	Dienststelle	PLZ	Ort	Straße
27	Eisäßer	Martin	Dr. sc. agr.	Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft	88326	Aulendorf	Azenberger Weg 99
28	Ernst	Pierre	Dr.	LWK Rheinland - Lehr- und Versuchsanstalt für Tierhaltung Haus Riswick	47533	Kleve	Eisenpaß 5
29	Fechner	Manfred	Dr.	Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft ZALF Müncheberg	14641	Paulinenaue	Gutshof 7
30	Fischer	Andreas	Dr. agr.		14641	Paulinenaue	Gutshof 7
31	Fischer von	Detlev	Dr.		53757	St. Augustin	Hangweg 20
32	Fricke	Thomas	Dipl.-Ing.	Universität, Gesamthochschule Kassel, Fachgebiet Futterbau und Grünlandökologie	37213	Witzenhausen	Nordbahnhofstr. 1a
33	Giebelhausen	Hermann	Dr.	Humoldt-Universität, Landwirtschaftl.-Gärtn. Fakultät, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Fachgeb. Grünlandssysteme	10115	Berlin	Invalidenstr. 42
34	Golinski	Piotr	Dr.	Lehrstuhl für Grünlandlehre August-Cieszkowski-Agraruniversität Poznan	PL - 60637	Poznan	Wojska Polskiegostr. 38/42
35	Greef	Jörg	PD Dr.	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Lehrstuhl Grünland und Futterbau	24098	Kiel	Olshausenstr. 40
36	Hejduk	Stanislav	Ing.	Mendel Universität für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Futterbau und Grünlandwirtschaft	CR - 61300	Brno	Zemedelska 1
37	Herden	Stephanie	Dipl.-Ing.agr.	Humoldt-Universität, Landwirtschaftl.-Gärtn. Fakultät, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Fachgeb. Grünlandssysteme	10115	Berlin	Invalidenstr. 42

Lfd.Nr.	Name	Vorname	Titel	Dienststelle	PLZ	Ort	Straße
38	Hermanspahn	Christoph	Dipl.-Ing.agr.	Forschungs- und Studienzentrum für Veredlungswirtschaft Weser-Ems des Fachbereichs Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen	49377	Vechta	Driverstr. 22
39	Herrmann	Anlje	Dipl.-Ing.agr.	Biometrie und Populationsgenetik	35390	Gießen	Ludwigstr. 27
40	Hilbers	Stephan	Dr.	DLF-Trifolium Deutschland GmbH	30659	Hannover	Oldenburger Allee 15
41	Hochberg	Hans	Dr. habil.	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Ref. Grünland und Futterbau	99868	Wandersleben	Bahnhofstr. 1a
42	Hochberg	Elsabet	Dipl.-Ing.agr.	Grünlandverband	12685	Berlin-Marzahn	Eisenacher Str. 90
43	Hofmann	Martina	Dr.	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung - Futterbau und Graslandwirtschaft	37075	Göttingen	von-Siebold-Str. 8
44	Hoy	Steffen	Prof. Dr.	Institut für Tierzucht und Haustiergenetik	35390	Gießen	Bismarckstr. 6
45	Hrabe	Frantisek	Prof. Ing.	Mendel Universität für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Futterbau und Grünlandwirtschaft	CR - 61300	Brno	Zemedelska 1
46	Huber-Sannwald	Elisabeth	Dr.	TU München - Lehrstuhl für Grünlandlehre	85350	Freising	Am Hochanger 1
47	Imhof	Ernst	Min.Rat i.R.	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Lehrstuhl Grünland und Futterbau	65232	Taunusstein	Taunusstr. 1
48	Ingwersen	Bernhard	Dipl.-Ing.agr.	Universität Göttingen - Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung	24118	Kiel	Holzoppelweg 2
49	Isselstein	Johannes	Prof. Dr.	Universität Göttingen - Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung	37075	Göttingen	von-Siebold-Str. 8
50	Jacob	Heimut	Prof. Dr.	Universität Hohenheim, Institut für Pflanzenbau und Grünland	70593	Hohenheim	
51	Jahns	Ute	Dipl.-Ing.agr.	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Lehrstuhl Grünland und Futterbau	24118	Kiel	Holzoppelweg 2

Lfd.Nr.	Name	Vorname	Titel	Dienststelle	PLZ	Ort	Straße
52	Jänicke	Heidi	Dr.	LPA Meckl.-Vorp., Institut für Tierproduktion	18196	Dummersdorf	Wilhelm-Stahl-Allee 2
53	Janitz	Günter	Dr.	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Lehrstuhl Grünland und Futterbau	37133 24118	Friedland Kiel	Lindenstr. 6 Holzkoppelweg 2
54	Jovanovic	Jelena-Nina	Dipl.-Ing.agr.				
55	Jucken-Bauer	Eisabeth	Dr.	ZALF Müncheberg	35606	Solms	Berliner Str. 20
56	Kädig	Horst	Dr. agr.	Humoldt-Universität Berlin, Institut für Grundlagen der Nutztierwissenschaften, Fachgeb. Futtermittelkunde	14641 10115	Paulinenaue Berlin	Gutshof 7 Invalidenstr. 42
57	Kaiser	Ehregard	Prof. Dr. habil.				
58	Karter	Dirk	Dipl.-Ing.agr.	Universität Hohenheim - Institut für Pflanzenbau und Grünland	70593	Stuttgart	
59	Kaske	Axel	Dipl.-Ing.agr.	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Lehrstuhl Grünland und Futterbau	24118	Kiel	Holz-koppelweg 2
60	Kessler	Willy	Dr.	Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau	CH-8046	Zürich	Reckenholzstr. 191
61	Klimek	Stanislaw	Dr.	Institut für Grünlandwirtschaft und Futterbau	35390	Gießen	Ludwigstr. 23
62	Klöcker	Wolfgang	Dr.		56291	Leinigen	Feldstr. 2
63	Klöcker Viersch	Dorothee	Dipl.-Ing.agr.	Luxemburger Herbuchverband	L - 9004	Eitelbrück	Industriezone 4
64	Knödler	Christine	Dipl.-Ing.agr.	Institut für Grünlandwirtschaft und Futterbau	35390	Gießen	Ludwigstr. 23
65	Koeppel	Heinz-Friedrich	Dipl.-Ing.agr.		63679	Schotten	Gartenstr. 9
66	Köhler	Wolfgang	Prof. Dr.	Biometrie und Populationsgenetik	35390	Gießen	Ludwigstr. 27
67	Koller	Katja	Dipl.-Ing.agr.	Professur für Landschaftsökologie und Landschaftsplanung	35390	Gießen	Schloßgasse 7
68	König	Herta	Dipl.-Ing.agr.	Techn. Universität München Lehrstuhl für Grünlandlehre	85350	Freising	Hohenbachernstr. 2a
69	Kornher	Alois	Prof. Dr.	Inst. Pflanzenbau u. -züchtung, Lehrstuhl Grünland u. Futterbau	24098	Kiel	Holz-koppelweg 2

Lfd.Nr.	Name	Vorname	Titel	Dienststelle	PLZ	Ort	Straße
70	Kretzschmar	Andreas	Dipl.-Ing.agr.	Universität Hohenheim - Institut für Pflanzenbau und Grünland	70593	Stuttgart	
71	Kühbauch	Walter	Prof. Dr.	Institut für Pflanzenbau, Lehrstuhl Allgem. Pflanzenbau	53115	Bonn	Katzenburgweg 5
72	Künzel	Ulrich	Dipl.-Ing.agr.	Professur für Landschafts-ökologie und Landschaftsplanung	38543	Hillerse	Hauptstr. 38
73	Labasch	Markus			35390	Gießen	Schloßgasse 7
74	Lampeter	Wilhelm	Prof. Dr. Dr.h.c.		04299	Leipzig	Prager Str. 167 A
75	Laser	Harald	Dipl.-Ing.agr.	Institut für Grünlandwirtschaft und Futterbau	35390	Gießen	Ludwigstr. 23
76	Leipnitz	Wolfgang	Dr. sc.	ZALF Müncheberg	14641	Paulinenaue	Gulshof 7
77	Loges	Ralf	Dr. sc. agr.	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Fachgebiet Ökologischer Landbau	24118	Kiel	Holzoppelweg 2
78	Lötscher	Markus	Dr.	TU München - Lehrstuhl für Grünlandlehre	85350	Freising	Am Hochanger 1
79	Lucaßen	Kathrin	cand.agr.	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Lehrstuhl Grünland und Futterbau	24118	Kiel	Holzoppelweg 2
80	Lüscher	Andreas	Dr.	ETH-Zentrum - Institut für Pflanzenwissenschaften	CH - 8092	Zürich	Universitätsstr. 2
81	Lütke Entrup	Norbert	Prof. Dr.	Universität-GH-Paderborn, Abl. Soest, Fachbereich Agrarwirtschaft	59494	Soest	Löbecker Ring 2
82	Milmonka	Andreas	Dr. agr.	Humoldt-Universität, Landwirtschaftl.-Gärtn. Fakultät, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Fachgeb. Grünlandssysteme	10115	Berlin	Invalidenstr. 42
83	Miltner	Reinhard	Dipl.-Ing.agr.	Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe	48135	Münster	Postfach 5980
84	Möller	Heribert	Dr.	Amt für Regionalentwicklung, Landschaftspflege und Landwirtschaft	35578	Wetzlar	Frankfurter Str. 69



Lfd.Nr.	Name	Vorname	Titel	Dienststelle	PLZ	Ort	Straße
85	Neff	Richard	Dr. agr.	Lehr- und Forschungsanstalt Eichhof	36251	Bad Hersfeld	
86	Nösberger	Josef	Prof. Dr.	ETH Zentrum - Institut für Pflanzenwissenschaften	CH - 8092	Zürich	Universitätsstr. 2
87	Nußbaum	Hansjörg	Dr. agr.	Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft	88326	Aulendorf	Atzenberger Weg 99
88	Olschewski	Heinrich	Dr. agr.	Institut für Grünlandwirtschaft und Futterbau	08606	Oelsnitz	August-Bebel-Str. 78
89	Opitz von Boberfeld	Wilhelm	Prof. Dr. Dr.h.c.	BASF Agrarzentrum Limburgerhof, Entwicklung Düngemittel	35390	Gießen	Ludwigstr. 23
90	Pasda	Gregor	Dr.	Landwirtschaft	67114	Limburgerhof	Postfach 120
91	Pickert	Jürgen	Dr.	Landesanstalt für Landwirtschaft des Landes Brandenburg, Abtl. Grünland- und Futterwirtschaft	14641	Paulinenaue	Gutshof 7
92	Piehl	Manin	Dr. agr.	LMS Landwirtschaftsberatung GmbH	18209	Bad Doberan	Neue Reihe 48
93	Pötsch	Erich M.	Dipl.-Ing. Dr.	Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein	A - 8952	Irdning	
94	Priebe	Reinhard	Dr.	Landesanstalt für Landwirtschaft des Landes Brandenburg, Abtl. Grünland- und Futterwirtschaft	14641	Paulinenaue	Gutshof 7
95	Richter	Karlheinz	Prof. Dr.	Humboldt Universität Berlin Institut für Pflanzenbauwissenschaften FG Grünlandssysteme	10115	Berlin	Invalidenstr. 42
96	Rieder	Johann	LD Dr.	Bayer. Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau	85316	Freising	Postfach 1641
97	Riehl	Gerhard	Dr. sc. agr.	Sachs. Landesanstalt f. Landwirtschaft, Fachbereich Tierzucht, Fischerei u. Grünland	08543	Pohl	Christgrün Nr. 13
98	Schallitz	Gisbert	Doz. Dr. sc.	ZALF Münchenberg	14641	Paulinenaue	Gutshof 7

Lfd.Nr.	Name	Vorname	Titel	Dienststelle	PLZ	Ort	Straße
99	Scheilberg	Jürgen	Dr.	Institut für Pflanzenbau, Lehrstuhl Allgem. Pflanzenbau	53115	Bonn	Katzenburgweg 5
100	Schlosser	Michael	Dipl.-Ing.agr.	Institut für Grünlandwirtschaft und Futterbau	35390	Gießen	Ludwigstr. 23
101	Schmalzer	Katrin	Dr.	Humboldt-Universität, Landwirtschaftl.-Gärtn. Fakultät, Institut für Pflanzenbauwissenschaften, Fachgeb. Grünland-systeme	10115	Berlin	Invalidenstr. 42
102	Schmidt	Ludwig	Dr.	Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)	38116	Braunschweig	Bundesallee 50
103	Schmyder	Hans	Prof. Dr.	TU München - Lehrstuhl für Grünlandlehre	85350	Freising	Am Hochanger 1
104	Schröder	Heidi	Dr. agr.	Christian-Albrechts-Universität, Lehrstuhl Allgem. Pflanzenbau	24118	Kiel	Olshausenstr. 40
105	Schröpel	Rainer		Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Tierhaltung und Grünlandwirtschaft, Spitalhof Kempten	87437	Kempten	Spitalhofstr. 9
106	Schütz	Ulrike	Diplombiologin	TU München - Lehrstuhl für Grünlandlehre	85350	Freising	Am Hochanger 1
107	Simon	Uwe	Prof. Dr.	TU München - Lehrstuhl für Grünlandlehre	85350	Freising	Am Hochanger 1
108	Spatz	Günter	Prof. Dr.	Universität, Gesamthochschule Kassel, Fachgeb. Futterbau u. Grünlandökologie	37213	Witzenhausen	Nordbahnhofstr. 1a
109	Stählin	Lieselotte	Dr.		35435	Wettenberg	Bergstr. 18
110	Sterzenbach	Maik	Dipl.-Ing.agr.	Institut für Grünlandwirtschaft und Futterbau	35390	Gießen	Ludwigstr. 23

Lfd.Nr.	Name	Vorname	Titel	Dienststelle	PLZ	Ort	Straße
111	Strodthoff	Jürgen	Dipl.-Ing.agr.	Forschungs- und Studienzentrum für Veredlungswirtschaft Weser-Emms des Fachbereichs Weser-Emms	49377	Vechta	Drüwerstr. 22
112	Siroh	Katharina	Dipl.-Ing.agr.	TU München - Lehrstuhl für Grünlandlehre	85350	Freising	Am Hochanger 1
113	Tasi	Julianna	Dr.	Lehrstuhl für Grünlandlehre	H.-2103	Göddlß	Páter K. u. 1.
114	Taube	Friedhelm	Prof.Dr.	Inst. Pflanzenbau u. -züchtung, Lehrstuhl Grünland u. Futterbau	24118	Kiel	Holzoppelweg 2
115	Techow	Edgar	OLR Dr.	Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland, Futterbau, Rinder- und Schafhaltung	25821	Bredstedt	Theodor-Storm-Str. 2
116	Voigtländer	Gerhard	Prof. em. Dr. agr. Dr. h.c.		85354	Freising	Prandlstr. 27
117	Vrochte	Wlffred	Dipl.-Ing.-agr.	Deutsche Saatveredelung Lippstadt-Bremen	59557	Lippstadt	Weißenburger Str. 5
118	Waldeyer	Heinz Georg		Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe	48143	Münster	Schorfemerstr. 11
119	Weise	Gerhard	Prof. Dr.	Landesanstalt für Landwirtschaft des Landes Brandenburg, Abtl. Grünland- und Futterwirtschaft	14641	Paulinenaue	Gutshof 7
120	Weißbach	Friedrich	Prof. Dr.	Futterpflanzenforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)	38116	Braunschweig	Bundesallee 50
121	Weilmann	Ulrich	Prof. Dr.	Fachhochschule Kiel,	83254	Breitbrunn	Wolfsbergerstr. 41d
122	Wulfes	Rainer	Prof. Dr.	Fachbereich Landbau Humoldt-Universität Berlin, Institut für Grundlagen der Nutztierwissenschaften, Fachgeb. Futtermittelkunde	24783	Osternörfeld	Am Kamp 11
123	Yao	Yancheng	Dr.		10115	Berlin	Invalidenstr. 42

Lfd.Nr.	Name	Vorname	Titel	Dienststelle	PLZ	Ort	Straße
124	Zander	Jürgen	Dr.	Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland, Futterbau, Rinder- und Schafhaltung	25821	Bredstedt	Theodor-Storm-Str. 2
125	Ziron	Christina	Dipl.-Ing.agr.	Institut für Grünlandwirtschaft und Futterbau	35390	Gießen	Ludwigstr. 23
126	Zoschke	Martin	Prof. Dr. Dr.h.c.	Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I	35390	Gießen	Ludwigstr. 23